

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS
**“ESTUDIO DEL TRANSITO DE AVENIDAS DEL RIO PIURA
POR EL METODO DE MUSKINGUM - TRAMO TAMBOGRANDE –
PIURA”**
**CASO: INUNDACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA -
MARZO 2017**

Presentada por:
Bach. MARIO ANTONIO MONTERO TORRES
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

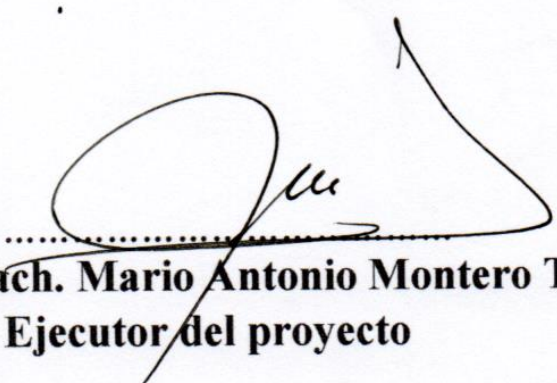
Línea de Investigación
Saneamiento e hidráulica

PIURA – PERU
2019


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS
“ESTUDIO DEL TRANSITO DE AVENIDAS DEL RIO PIURA
POR EL METODO DE MUSKINGUM - TRAMO TAMBOGRANDE –
PIURA”
CASO: INUNDACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA -
MARZO 2017**

**Línea de Investigación
Saneamiento e hidráulica**



Bach. Mario Antonio Montero Torres
Ejecutor del proyecto



Dr. Edwin O. Vences Martínez
Asesor

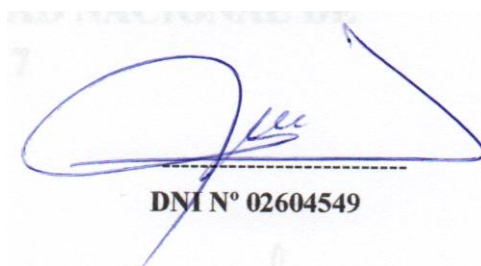
DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

YO: Mario Antonio Montero Torres identificado con DNI N° 02604549, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y domiciliado en Calle Los Naranjos G-1 Urbanización Los Geranios del distrito de Piura. Provincia de Piura, Departamento de Piura, celular 969697715 y email mariomont.gm@gmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de los establecido en el ART. N° 411 del código penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y la Ley de procedimiento Administrativo General y las Normas legales de Protección de los Derechos de Autor.

En fe de los cual firmo la presente.

Piura junio del 2019



DNI N° 02604549

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“ESTUDIO DEL TRANSITO DE AVENIDAS DEL RIO PIURA
POR EL METODO DE MUSKINGUM - TRAMO
TAMBOGRANDE – PIURA”
CASO: INUNDACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA-
MARZO 2017**

.....
ING. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA M.Sc
Presidenta

.....
ING. ANTONIO TIMANA FIESTAS M.Sc.
Secretario

.....
ING. CARLOS J. SILVA CASTILLO M.Sc.
Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Facultad de Ingeniería Civil
DECANATO

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador, que suscriben, reunidos para estudiar el Trabajo de Tesis, presentado por el ex alumno de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura.

BACH. MARIO ANTONIO MONTERO TORRES

TESIS TITULADA

"ESTUDIO DEL TRANSITO DEL RIO PIURA POR EL METODO DE MUSKINGUM –TRAMO TAMBOGRANDE PIURA – CASO: INUNDACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA"

Oídas las observaciones y las respuestas a las preguntas, lo declaran

..... Aprobado con el calificativo de Muy bueno

En consecuencia, queda en condiciones de ser calificado:

..... Apto

Por el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **título de INGENIERO CIVIL**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 176 del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

PIURA, 25 DE JULIO DE 2019

ING. ROSARIO CHUMACERO CORDOVA Mtro.
Presidente

ING. ANTONIO TIMANA FIESTAS Mtro.
Secretario

ING. CARLOS JAVIER SILVA CASTILLO Mtro.
Vocal

Dedicatoria

A mi esposa Rosa Melly

A mis hijos Sibyl Analía Melly y Mario Antonio

A mis nietos Mariana Alexandra, Pedro Joaquín y Mario Tadeo

Fuerza espiritual que mantiene viva la ilusión de mi existencia

Agradecimientos

Al Dr. Ing. Edwin Omar Vences Martínez, por su incondicional apoyo para la realización del presente estudio.

Al Ing. Alejandro Urbina, por su desinteresada colaboración en el uso de los softwars, empleados para la cristalización de la presente tesis.

Al Sr. Félix Zapata Ancajima, trabajador del área de Hidrología y Meteorología del Proyecto Especial Chira Piura, quien ha facilitado la información hidrométrica solicitada.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

1	CAPITULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	1
1.1	Descripción de la realidad problemática	1
1.2	Justificación e importancia de la investigación	3
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo General.....	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
1.4	Delimitación de la investigación.....	3
2	CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1	Antecedentes de la investigación	5
2.2	Bases teóricas	7
2.2.1	Estaciones de medición de corrientes de agua	7
2.2.2	Estaciones hidrométricas	7
2.2.3	Limnímetros	7
2.2.4	Limnógrafos.	8
2.2.5	Curvas de calibración de caudales	8
2.2.6	Hidrogramas	9
2.2.7	Construcción de un hidrograma	11
2.2.8	Partes de un hidrograma.....	11
2.2.9	Tránsito de avenidas o traslación de ondas	12
2.2.10	Métodos hidrológicos	12
2.2.11	Método de Muskingum.....	13
2.3	Glosario de Términos básicos.....	17
2.4	Hipótesis.....	17
3	CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	18
3.1	Enfoque y Diseño	18
3.1.1	Enfoque	18
3.1.2	Diseño.....	18
3.2	Sujetos de la Investigación	18
3.3	Métodos y Procedimientos	19
3.3.1	Perfil transversal del cauce del río Piura (Estación Tambogrande).....	19
3.3.2	Perfil transversal del cauce del río Piura (Estación Puente Sánchez Cerro)	20
3.3.3	Información Hidrométrica de la Estación Tambogrande	21
3.3.4	Información Hidrométrica de la Estación Puente Sánchez Cerro-Piura	23
3.3.5	Curvas de Calibración de descargas.....	26
3.3.6	Tiempo de concentración de avenidas de Tambogrande hasta Piura.....	28
3.3.7	Hidrogramas De Tambogrande y Piura.....	29
3.4	Técnicas e Instrumentos	31
3.4.1	Método de Muskingum.....	31

3.4.2	Calculo de caudales de salida por el método de Muskingum, conocidos K y X 32	
3.4.3	Estación Tambogrande	33
3.4.4	Estación Puente Sánchez Cerro – Piura	37
4	CAPITULO IV: RESULTADOS	41
4.1	Calculo de Volúmenes de esorrentía.....	41
4.1.1	Estación Tambogrande	41
5	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1	Conclusiones	43
5.2	Recomendaciones	44
6	BIBLIOGRAFÍA.....	45
7	ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1-1 Daños Ocasionados Por “El Niño Costero” En La UNP	2
Tabla 3.2-1 Población afectada Niño Costero 2017	18
Tabla 3.3-1 Datos de la sección transversal.....	19
Tabla 3.3-2 Datos de la sección transversal.....	20
Tabla 3.3-3 Caudales Medios Mensuales Estación Tambogrande.....	21
Tabla 3.3-4 Caudales Medios Diarios Estación Tambogrande	22
Tabla 3.3-5 Caudales Medios Mensuales Estación Puente Sánchez Cerro-Piura	23
Tabla 3.3-6 Caudales Medios Diarios Estación Puente Sánchez Cerro	24
Tabla 3.3-7 Datos de Curva de Calibración Estación Tambogrande	26
Tabla 3.3-8 Datos de Curva de Calibración Estación Puente Sánchez Cerro-Piura.....	27
Tabla 3.3-9 Tiempo de concentración	28
Tabla 3.3-10 Descargas horarias Estación Tambogrande	29
Tabla 3.3-11 Descargas horarias Estación Puente Sánchez Cerro	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Piura inundada por desborde del río Piura - Niño Costero 2017	1
Figura 1-2 Puente Cáceres encimado por las aguas del Río Piura	1
Figura 1-3 Ubicación de las estaciones en el río Piura, departamento de Piura.	4
Figura 2-1 Limnómetro en Puente Sánchez Cerro en la ciudad de Piura.....	7
Figura 2-2 Limnómetro en Puente Sánchez Cerro en la ciudad de Tambogrande	8
Figura 2-3 La representación gráfica de la curva altura - caudal	9
Figura 2-4 Representación de un Hidrograma	9
Figura 2-5 Hidrograma para un evento.....	10
Figura 2-6 Hidrograma aislado.....	11
Figura 2-7 Almacenamiento en prisma y cuña.	13
Figura 3-1 Sección Transversal del Río en la Estación Tambogrande.....	20
Figura 3-2 Sección Transversal del Río en la Estación Sánchez Cerro	21
Figura 3-3 Descargas mensuales Año 2017.....	22
Figura 3-4 Caudales Medios Diarios Estación Tambogrande.....	23
Figura 3-5 Caudales Medios Mensuales Estación Puente Sánchez Cerro-Piura.....	24
Figura 3-6 Caudales Medios Diarios Estación Puente Sánchez Cerro-Piura	25
Figura 3-7 Curva de Calibración Hidrométrica Estación Tambogrande.....	26
Figura 3-8 Curva de Calibración Hidrométrica Estación Sánchez Cerro-Piura	27
Figura 3-9 Curva tiempo concentración de Tambogrande a Piura.....	28
Figura 3-10 Hidrograma de descargas horarias Estación Tambogrande.....	30
Figura 3-11 Hidrograma de descargas horarias Estación Sánchez Cerro Piura	31
Figura 3-12 Calculo de Hidrograma de Entrada y Salida	33
Figura 3-13 Hidrograma De Entrada y Salida Mediante Muskingum	34
Figura 3-14 Alternativa Optima para Valores $K=1$ $X=0.1$	34
Figura 3-15 Separación del flujo base en el hidrograma de salida Tambogrande	35
Figura 3-16 Separación del flujo base del caudal de salida Tambogrande	36
Figura 3-17 Calculo de Hidrograma de Entrada y Salida	37
Figura 3-18 Hidrograma De Entrada y Salida Mediante Muskingum	37
Figura 3-19 Alternativa Optima para Valores $K=1$ $X=0.1$	38
Figura 3-14 Alternativa Optima para Valores $K=1$ $X=0.1$	38
Figura 3-17 Separación del flujo base en el hidrograma del caudal de salida Piura	39
Figura 3-18 Separación del flujo base del caudal de salida Piura	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Informacion Hidrometrica De Las Estaciones Tambogrande Y Piura

Anexo 2 Determinacion De Los Parametros “K” “X” Estacion Tambogrande

Anexo 3 Determinacion De Los Parametros “K” “X” Estacion Puente Sánchez Cerro

Anexo 4 Panel fotográfico

RESUMEN

Decía Galileo Galilei, “Es más fácil el estudio del comportamiento de los cuerpos celestes, que comprender las leyes naturales que gobiernan el movimiento de las aguas de los torrentes frente a mis ojos”.

El comportamiento hidráulico de los ríos es uno de los fenómenos naturales más difíciles de estudiar. Las avenidas o riadas producto de las precipitaciones en las partes altas de la cuenca pueden provocar grandes desastres, como inundaciones y erosiones, en su cauce durante su recorrido aguas abajo hacia el mar, dejando grandes pérdidas materiales y hasta de vidas humanas.

EL 27 de marzo del año 2017, la ciudad de Piura sufrió una de las más grandes inundaciones de su historia. Una gran avenida en el río Piura de 3,468 m³/s, producto del fenómeno “Niño Costero”, inundó gran parte de la ciudad, así como grandes extensiones agrícolas y pueblos aledaños en la zona del Valle Bajo Piura, causando grandes pérdidas materiales.

El empleo de modelos hidrológicos para el estudio de avenidas es una herramienta extendida mundialmente, y permiten análisis hidrológicos que ofrecen cierto grado de confianza para la toma de decisiones en la prevención de inundaciones.

Existen numerosos estudios e investigaciones sobre avenidas o crecidas extremas y traslación de ondas en ríos, para determinar su comportamiento en el cauce; y que pueden ser aplicados desde un punto ingenieril para la ejecución de obras hidráulicas o viales, que mitiguen el efecto negativo que puedan causar en asentamientos territoriales a lo largo de sus riberas.

El presente estudio pretende estudiar el comportamiento hidráulico del río Piura, en el tramo entre las ciudades de Tambogrande y Piura, separadas aproximadamente 40 Km, con la finalidad de determinar la magnitud y traslación de la onda de crecida durante la avenida ocurrida el 27 de marzo del año 2017, empleando el método de MUSKINGUM.

El método de Muskingum es un modelo hidrológico, que estudia flujos de entrada y salida en un punto de control (estación hidrométrica o limnigráfica) en un cauce de un río, y con la ayuda de información hidrológica de caudales y niveles, previamente registrados, se obtienen los parámetros y coeficientes operadores de aplicación en el método.

La utilidad práctica de este método es conocer la altura del pico del hidrograma, es decir, el caudal máximo, que tiene una relación directa con la magnitud del desastre que puede producir una avenida. Este método también puede ser utilizado como una medida de alerta temprana para tomar medidas preventivas y así minimizar los daños que puedan producirse ante la amenaza de la crecida,

Palabras claves; Avenida, hidrograma, inundaciones, pico, Muskingum, traslación de onda.

ABSTRACT

Galileo Galilei said, "It is easier to study the behavior of celestial bodies than to understand the natural laws that govern the movement of the waters of the torrents before my eyes."

The hydraulic behavior of rivers is one of the most difficult natural phenomena to study. Avenues or floods resulting from rainfall in the upper parts of the basin can cause major disasters, such as floods and erosions, in its course during its journey downstream to the sea, leaving great material losses and even human lives.

On March 27, 2017, the city of Piura suffered one of the greatest floods in its history. A large avenue in the Piura River of 3,468 m³ / s, product of the "Niño Costero" phenomenon, flooded a large part of the city, as well as large agricultural areas and neighboring towns in the Bajo Piura Valley area, causing great material losses.

The use of hydrological models for the study of floods is a worldwide tool, and allow hydrological analyzes that offer a certain degree of confidence for decision making in flood prevention.

There are numerous studies and investigations on avenues or extreme floods and wave translation in rivers, to determine their behavior in the channel; and that can be applied from an engineering point for the execution of hydraulic works or roads, mitigating the negative effect they may cause in territorial settlements along its banks.

This study aims to study the hydraulic behavior of the Piura River, in the section between the cities of Tambogrande and Piura, separated approximately 40 km, in order to determine the magnitude and translation of the flood wave during the avenue that occurred on March 27 of the year 2017, using the MUSKINGUM method.

The Muskingum method is a hydrological model, which studies inflows and outflows at a control point (hydrometric or limnigraphic station) in a river channel, and with the help of hydrological information of flows and levels, previously recorded, they obtain the parameters and coefficients operators of application in the method.

The practical utility of this method is to know the height of the peak of the hydrograph, that is, the maximum flow, which has a direct relationship with the magnitude of the disaster that an avenue can produce. This method can also be used as an early warning measure to take preventive measures and thus minimize the damage that may occur to the threat of flood,

Keywords: Avenue, hydrograph, flood, peak, Muskingum, wave translation.

INTRODUCCION

El empleo de modelos hidrológicos para el estudio de avenidas o crecidas de los ríos es una herramienta que se ha extendido por todo el mundo, especialmente en países desarrollados. Actualmente, el empleo de estos modelos, permiten realizar análisis hidrológicos para la prevención de inundaciones en áreas aledañas o riveras de los ríos; además, permiten formular hipótesis que ofrecen cierto grado de confianza para la toma de decisiones.

También se les utiliza en la formulación de planes de gestión de recursos hídricos, en el ordenamiento territorial que incluyen la demarcación de franjas marginales de los ríos, o el cálculo de parámetros fluviales que determinan y garantizan el diseño de infraestructura hidráulica dentro de los límites de período de vida útil y capaces de soportar y funcionar eficientemente en situaciones de emergencia. También ayudan, a establecer un sistema de alerta temprana para que los órganos oficiales de servicios de protección civil establezcan protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro de inundación por efecto de intensas lluvias.

El método de Muskingum es un modelo hidrológico, que estudia flujos de entrada y salida en un punto de control (estación hidrométrica) en un cauce de un río, y con la ayuda de información hidrológica de caudales y niveles, previamente registrados, se obtienen los parámetros (K , X) y los coeficientes (C_1 , C_2 y C_3) que son operadores aplicables del método de Muskingum.

Este método, permite obtener una simulación del comportamiento de la crecida en el tramo de un río, el cual se representa gráficamente mediante una serie sucesiva de hidrogramas en sentido aguas abajo, en donde la característica principal, es decir el pico del hidrograma que representa la crecida, sufre un proceso de descenso por efecto de amortiguamiento producido por la fricción con las paredes y el fondo del cauce.

La utilidad de este método es conocer el caudal máximo instantáneo (pico del hidrograma), puesto que éste tiene relación directa con la magnitud del desastre que puede producir una avenida.

La Región Piura, se vio afectada por el fenómeno del Niño Costero, debido a las inundaciones tanto en el ámbito rural como en el urbano, relacionadas con la máxima crecida del río Piura, ocurrida el día 27 de Marzo del año 2017.

Los daños producidos por el “Niño Costero”, en la infraestructura rural y urbana en la Región Piura, fueron cuantiosos y representaron miles de millones de dólares. En el área urbana se puede mencionar los daños producidos en las redes viales tanto urbanas como interprovinciales, así como infraestructura institucional como la Universidad Nacional de Piura, que se vio gravemente afectada por la inundación: oficinas, aulas, laboratorios, acervo documentario y la suspensión de clases. En el ámbito rural, solamente en el valle Bajo Piura (35,000 Ha), se inundó casi la tercera parte del valle con cultivos instalados, incluyendo centros poblados importante, obligando a los moradores buscar refugio en campamentos instalados inadecuadamente por el gobierno para tal fin.

El proyecto tiene como finalidad realizar por medio del método de Muskingum el estudio del tránsito de avenidas en el río Piura, puntualmente en las estaciones hidrométricas de Tambogrande y Puente Sánchez Cerro (Piura), en el departamento de Piura, como consecuencia de la crecida causada por el fenómeno del “Niño Costero” (27 Marzo del 2017), tragedia que prácticamente rebeló dramáticamente el alto grado de vulnerabilidad, que caracteriza a nuestro país, ante evento naturales que provocan desastres como las inundaciones.

CAPITULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las crecidas del río Piura, en época de lluvias (Enero – Marzo), sobre todo las provocadas por efecto de el “Niño”, que determinan grandes caudales que superan los 3,000 m³/s, ocasionan inundaciones afectando áreas urbanas y rurales a lo largo del valle, ocasionando grandes pérdidas materiales en la infraestructuras de servicio tales como, viales, educación, salud, comercio, etc, y en la infraestructura rural tales como, canales y tomas de riego, viales de servicio interdistrital, incluyendo cultivos instalados y cultivos en plena producción.

La falta de una alerta temprana durante la avenida del día 27 de marzo del 2017, no permitió oportunamente tomar las medidas necesarias para mitigar los daños por inundación en el ámbito urbano y rural, ni siquiera tomar medidas de evacuación de personas instaladas en zona de alto riesgo.

Con lo ocurrido en fenómenos “El Niño”, anteriores (1983, 1998), y tras este niño costero, materia del estudio, ha quedado demostrado que no estamos preparados para afrontar avenidas máximas del río Piura, es decir avenidas que superan los 2500 a 3000 m³/s. de agua.

Tal es el caso, del presente estudio en el tramo del río comprendido entre la ciudad de Tambogrande y la ciudad de Piura, en donde no existe un sistema de alerta temprana, que permita poner a salvo a la población frente a la amenaza de inundación cuando el río Piura se manifiesta con caudales extremos.



Figura 1-1 Piura inundada por desborde del río Piura - Niño Costero 2017



Figura 1-2 Puente Cáceres encimado por las aguas del Rio Piura

Los daños por inundación ocasionados por el fenómeno de el “Niño Costero”, en las instalaciones (infraestructura, equipos y mobiliario) de la Universidad Nacional de Piura ascienden a un monto aproximado conforme se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 1.1-1 Daños Ocasionados Por “El Niño Costero” En La UNP

<u>N°</u>	<u>FACULTAD U OFICINA</u>	<u>DAÑOS</u>	<u>COSTO ESTIMADO (S)/.</u>
1	Auditorio central y sala de conferencias	Infraestructura, equipos y mobiliario	471,856.00
2	Facultad de Ingeniería de Minas	Infraestructura, equipos y mobiliario	740,310.00
3	Centro de Informática y Telecomunicaciones	Infraestructura, equipos y mobiliario	1,297,544.00
4	Facultad de Ingeniería Civil	Infraestructura, equipos y mobiliario	2.709,720.00
5	Facultad de Ciencias Contables y Finanzas	Infraestructura, equipos y mobiliario	2,149,092.00
6	Facultad de ciencias Administrativas	Infraestructura, equipos y mobiliario	2,572,385.00
7	Colegio de Aplicación	Infraestructura, equipos y mobiliario	1,385,731.00
8	Facultad de Economía	Infraestructura, equipos y mobiliario	974,578.00
9	Escuela Tecnológica Superior		1,666,475.00
10	Comedor Universitario	Infraestructura, equipos y mobiliario	1,021,310.00
11	Facultad de Educación	Infraestructura, equipos y mobiliario	1,507,110.00
12	Coliseo Deportivo	Infraestructura, equipos y mobiliario	251,774.00
TOTAL			16,747,885.00



Figura 1-3 Facultad de Economía completamente inundada

1.2 Justificación e importancia de la investigación

El presente estudio pretende determinar la traslación de onda de crecida del río Piura en su máximo caudal, entre la ciudad de Tambogrande y la ciudad de Piura, con la finalidad de conocer con anticipación el tiempo de llegada a la ciudad de Piura, así como también la capacidad de laminación del cauce para mitigar el pico de crecida del hidrograma que es el que causa más daño por su magnitud.

La importancia social de la investigación radica en que conociendo el comportamiento de las crecidas del río Piura, nos permite tomar las medidas preventivas correspondiente para la mitigación de los daños por inundación, y por ende pérdidas materiales y humanas.

Teóricamente la investigación se basa en la aplicación del modelo Muskingum, especialmente diseñado para el estudio de traslación de ondas de crecida en cauces fluviales, y que se adapta muy bien al presente estudio.

El modelo es muy práctico y no muy complejo, se logra resultados con mucha rapidez, y es de impacto inmediato en su aplicación como parte de un sistema de alerta temprana.

Puede ser aplicado en cualquier tramo del río o de sistemas similares en otros ríos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Estimar el exceso de agua que provocó la inundación de la ciudad de Piura el día 27 de Marzo del 2017, aplicando el método de Muskingum en las estaciones de “Tambogrande” y el “Puente Sánchez Cerro”– Piura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Construir los hidrograma correspondiente a las estaciones “Tambogrande” y “Puente Sánchez Cerro” Piura.
- Calcular las variables K y X, características que corresponden al cauce entre las estaciones “Tambogrande” y “Puente Sánchez Cerro” Piura.
- Analizar en tránsito de la creciente máxima en un tramo aguas debajo de las estaciones “Tambogrande” y “Puente Sánchez Cerro” Piura.

1.4 Delimitación de la investigación

Las estaciones hidrométricas de estudio, se encuentran ubicadas en el Río Piura en la vertiente del Pacífico Sur, nace en la sierra de San Jorge (cordillera occidental de los Andes) con el nombre de río Huarmaca en la provincia de Morropón, luego recorre un total de 280 km en el departamento de Piura, primero con rumbo Nor Este para luego, a mitad de su recorrido, cambiar de rumbo a Sur Este, hasta su desembocadura en Laguna ramón, en el valle del Bajo Piura. La cuenca del río Piura tiene una superficie de 12,216 Km².

Datos de ubicación geográfica de las estaciones objeto de estudio:

- TAMBOGRANDE

Latitud: 4°55'37" S

Longitud: 80°20'41" O

Provincia: Tambogrande

Departamento: Piura

Región: Piura

- PIURA

Latitud: 5°11'40" S
Longitud: 80°37'58" O
Provincia: Piura
Departamento: Piura
Región: Piura



Figura 1-3 Ubicación de las estaciones en el río Piura, departamento de Piura.

Fuente: Google Earth, 2019

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Método De Muskingum Para El Estudio De Tránsito De Crecientes En El Río Atrato Entre Las Estaciones “El Siete Y Gindrama” En El Departamento Del Chocó

Tesista: Jessica Lorena García Castiblanco - Mayra Alejandra Rodríguez Muñoz.

Institución: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS. Año: 2016

Conclusiones:

- Inicialmente se había planteado el estudio de crecientes mediante los tiempos de viaje de ondas de crecida, pero dicho método no fue posible implementarlo para el desarrollo de este proyecto debido a que el IDEAM no tiene estudios de ondas de crecida, o velocidad de onda para las estaciones, por tanto, no es posible emplear el método de Muskingum-Cunge.
- Se comprueba que, durante el avance de la onda de creciente, el caudal de entrada es mayor que el caudal de salida, existiendo almacenamiento en cuña, durante la recesión, el caudal de salida es mayor que el caudal de entrada, resultando una cuña negativa.
- Los valores calculados para la constantes $X - K$ en las estaciones El Siete y Gindrama son de $X=0.1$ $K=0.5$, lo que hace referencia a cauces naturales ya que el rango de X está entre 0.1 y 0.3.
- En cuanto a los coeficientes del método C_0 , C_1 y C_2 , éstos varían, no mostrando uniformidad en los resultados, de lo que se concluye que cada crecida se comporta diferente a otra. De igual manera para todos los casos se cumple que la sumatoria de los coeficientes sea igual a uno (1) como lo exige el método.

Estudio De Tránsito De Crecientes Con Desarrollo De Una Aplicación Informática, En El Río Fonce Afluente Del Río Suárez En El Departamento De Santander.

Tesista: Alonso Homero Contreras

Institución: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS COLOMIA Año: 2016

Conclusiones:

- Se conoce de manera más específica todos los componentes de una estación hidrométrica, que permite determinar parámetros hidrológicos con el fin de obtener datos e información histórica suficiente para el cálculo de estudios y modelaciones hidrológicas, y así suministrar análisis y resultados eficientes para la toma de decisiones en problemas de ingeniería y todo lo relacionado con el recurso hídrico.
- Después de la correcta lectura e interpretación de los datos suministrados por el IDEAM, se calculó de manera clara y organizada los caudales correspondientes al año seleccionado, de los niveles horarios de cada estación. Determinando el Hidrograma Anual, que permite realizar el posterior estudio de tránsito de creciente para cada estación hidrométrica.
- Se aplica de manera exitosa el método de tránsito agregado de crecientes, para el año seleccionado, transitando de manera particular el caudal generado en un tiempo determinado.
- Se desarrolló con éxito una aplicación informática por medio del VBA que utiliza los datos de niveles horarios anuales, calcula el caudal correspondiente a dichos niveles y realiza en tránsito de crecientes por el método de Muskingum para sistemas agregados.
- Esta aplicación informática pretende dar un inicio a la programación de Tránsito de Creciente, no solamente para tránsitos agregados, sino también tránsitos distribuidos. Se recomienda realizar un

trabajo multidisciplinar con el área de Ingeniería de Sistemas que ayude a insertar modelos más complejos que requieran programación más avanzada.

Transito hidráulico de avenidas por un cauce natural utilizando el método de las características

Tesista: Alonso Homero Contreras

Institución: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. Año: 2010

Conclusiones:

- En general, existen dos técnicas para el tránsito de avenidas en cauces, los métodos hidrológicos, o de almacenamiento, y los hidráulicos, o de proceso; los primeros utilizan la ecuación de continuidad y una relación entre el almacenamiento y el gasto de salida, además de ser menos complicados, y los
- métodos hidráulicos utilizan la ecuación de conservación de la masa y de conservación de la cantidad de movimiento (ecuación de Saint-Venant) para describir el flujo de agua en un cauce.
- Los requerimientos computacionales y de información de los métodos hidrológicos son mínimos, pero sus resultados son limitados en exactitud y generalización. No toman en cuenta cambios de geometría de la sección ni efectos de remansos.
- El método de Muskingum se puede aplicar cuando se tiene un hidrograma de entrada y también si se tienen gastos de ingreso y egreso.
- Se presentaron dos ejemplos aplicando el método de Muskingum, en donde los datos que se necesitan son los gastos de entrada y salida, así como un hidrograma de entrada. Con estos datos se puede calibrar el método (es decir, valuar x y K) y obtener los coeficientes del método ($C0$, $C1$, $C2$).
- Los métodos hidráulicos para el tránsito de avenidas en cauces al no contar con una solución analítica para las ecuaciones de Saint-Venant, se utilizan procedimientos numéricos para su solución como son los esquemas de diferencias finitas tanto implícitos como explícitos, el método de las características (el cual se explica en el capítulo 3) o el método del elemento finito.
- Estos métodos describen en forma precisa el proceso de tránsito tanto en el tiempo como en el espacio, pero requieren de información detallada de rugosidades, geometría del cauce, condiciones de frontera y de técnicas numéricas un poco complejas; los principales factores que determinan la selección de un método para realizar un tránsito son los datos disponibles y la información de salida que se requiera.
- Para realizar el tránsito hidráulico se utilizó la solución por el método de las características, empleando el programa NUCARI (ver Anexo A) que considera el tránsito de avenidas en un cauce de sección rectangular.
- En el Capítulo 4 se presentan diferentes ejemplos empleando el programa NUCARI, en el cual se hacen variar el ancho de superficie libre, la rugosidad de Manning, la pendiente del cauce y el gasto de pico del hidrograma de entrada. Los resultados obtenidos para estos distintos casos mostraron la sensibilidad del programa, donde un punto importante es el valor del tirante al final del cauce ya que se mantendrá constante en toda la simulación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estaciones de medición de corrientes de agua

La medida de caudales en corrientes de agua se realiza en forma indirecta de diferentes maneras, utilizando dispositivos como reglas graduadas (miras) la forma más sencilla, limnómetros (nivel de la superficie libre del agua en el cauce), o limnógrafos que son equipos que registran el régimen hidráulico de la corriente de agua. Luego se establece una relación del nivel del agua con el caudal que está discurriendo y de esta manera se obtiene una curva de gasto que debe ser calibrada periódicamente para establecer su confiabilidad.

2.2.2 Estaciones hidrométricas

Son lugares puntuales ubicadas estratégicamente en algunas progresivas de las corrientes o ríos, en donde se instala equipos especiales de registro del nivel de la superficie de la corriente de agua, con la finalidad de calcular indirectamente el caudal que está pasando.

2.2.3 Limnómetros

Son reglas graduadas métricamente, instaladas o pintadas en superficies lisas y fijas, generalmente de concreto, como pilares de puente o muros cortos construidos para tal fin, que deben estar en contacto con el agua del cauce o canal al cual se le quiere medir el caudal de escorrentía. (Ver Figura 2-1 y 2-2).

El nivel del agua se puede medir en cotas absolutas referidas al nivel del mar o simplemente referidas a una cota arbitraria, o como profundidad al nivel del fondo del cauce que representa el caudal cero.

Los limnómetros no registran el régimen de descarga del río, es decir no registran el tiempo de descarga del flujo de agua. Por esta razón las lecturas deben hacerse con mucha frecuencia, en el caso de época de avenidas cada hora o dos horas, y en época de estiaje cada 24 horas.

Las miras o escalas son graduadas con una precisión de un centímetro, tomando en cuenta que para niveles de precisión más exactos se confeccionan miras de metal inoxidable, y para su conservación frente a la corrosión por contacto con el agua se recubren de porcelana. (Linsley, Kohler, & Paulhus, 1968)



Figura 2-1 Limnómetro en Puente Sánchez Cerro en la ciudad de Piura



Figura 2-2 Limnómetro en Puente Sánchez Cerro en la ciudad de Tambogrande

2.2.4 Limnógrafos.

Son equipos, mecánicos o automáticos, con el que se registra el régimen de flujos del agua durante las avenidas, es decir no solo registra el nivel del agua sino también el momento en que esto ocurre.

El equipo está instalado dentro de una caseta de material noble, construida al costado del cauce o dentro de él, cuyo fondo tiene una poza de aquietamiento que está conectada a la corriente mediante un tubo, o canal en el segundo caso.

El registro se efectúa por la oscilación de un flotador que se eleva o baja de acuerdo al caudal de agua que está pasando y que acciona una plumilla de tinta que va registrando en un formato graduado arrollado a un tambor que da una vuelta cada 24 horas gracias a un sistema de relojería.

En muchos casos se acostumbra instalar miras limnimétricas dentro del pozo aquietador y fuera de la caseta, dentro de la corriente de agua, con el fin de verificar el funcionamiento del limnógrafo.

Actualmente se utilizan limnógrafos digitales de rayos laser en vez de flotadores.

2.2.5 Curvas de calibración de caudales

La curva de calibración es la representación gráfica en ejes cartesianos de la relación caudal (variable dependiente) y el tirante de agua (variable independiente), obtenidos después de una serie de aforos en una estación hidrométrica de la sección transversal estable de un río o canal. Cuanto mayor es la cantidad de aforos es mayor el grado de precisión de la relación del caudal con el tirante hidráulico.

La representación matemática de la curva de calibración de caudales, se obtiene aplicando a la serie de aforos el método estadístico de los Mínimos Cuadrados, para obtener las variables “K” y “b”:

$$Q = K * (H - H_0)^b$$

Donde:

Q = Caudal

K y b = Son parámetros de ajuste

Ho = Nivel al cual el caudal es cero

H = Nivel del agua

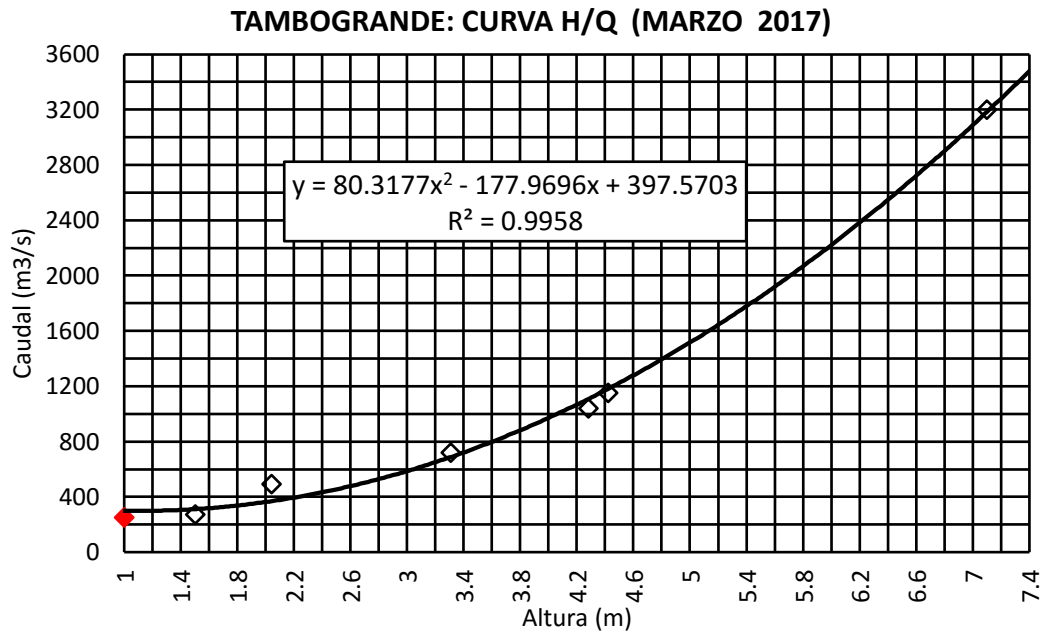


Figura 2-3 La representación gráfica de la curva altura - caudal

2.2.6 Hidrogramas

Hidrograma es la representación gráfica del desarrollo del caudal de agua en relación al tiempo transcurrido durante una avenida.

Las características y la forma del hidrograma depende de la intensidad máxima de la lluvia, de los parámetros de forma, parámetros de relieve y de los parámetros de red hidrográfica de la cuenca, así como el grado de protección vegetal de la superficie de la cuenca.

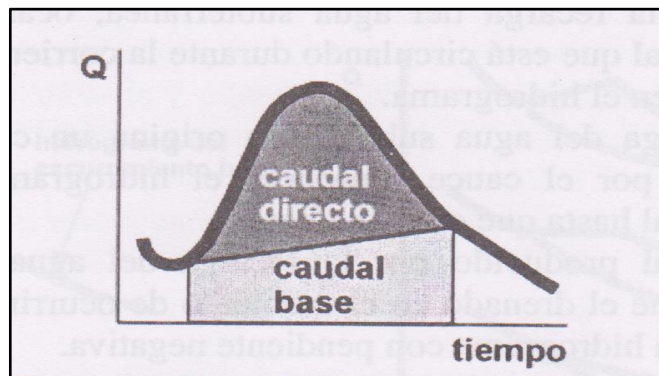


Figura 2-4 Representación de un Hidrograma

Fuente: Villón Béjar, 2002

El área bajo la curva del hidrograma representa el volumen de agua de lluvia captado por la superficie de la cuenca, sin embargo, en el mismo hidrograma se puede delimitar el área correspondiente a la escorrentía directa de la escorrentía base o agua subterránea.

Existen también los histogramas, que son representaciones gráficas de caudales con el tiempo, pero períodos más largos de tiempo, como por ejemplo los histogramas multianuales, anuales o mensuales.

Figura 2-5. En esta Figura observamos varios puntos representativos.

El punto A, se denomina punto de inicio de la concentración de la escorrentía, en la salida de la cuenca o punto considerado.

El punto B, se llama caudal pico y representa el caudal máximo de la escorrentía, importante para fines de diseño de obras hidráulicas. Es también el punto de inicio de la curva de descenso.

El punto C, es el punto de inicio de la curva de agotamiento, y representa el momento en el cual termina la escorrentía directa, el caudal aforado a partir de este punto corresponde a la escorrentía subterránea.

El punto D, representa el final de la escorrentía directa. El tiempo base indica el tiempo total que se produce escorrentía. El tiempo de crecida indica el tiempo transcurrido desde el inicio de la escorrentía hasta el momento en que se alcanza el caudal pico.

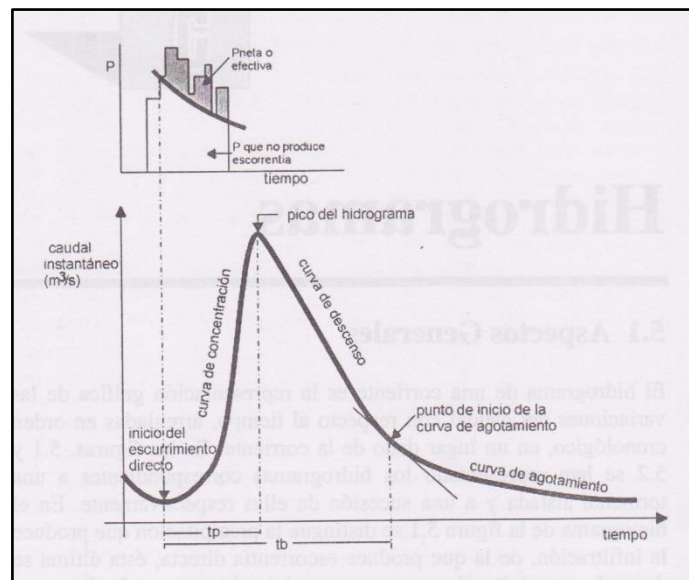


Figura 2-5 Hidrograma para un evento

Fuente: Villón Béjar, 2002

2.2.7 Construcción de un hidrograma

Para construir un hidrograma se requiere de la información obtenida de los aforos en las estaciones hidrométricas (lectura de mira y caudal correspondiente), con el tiempo o la hora en que se tomó la información de la escorrentía. Estos pares de valores de tiempo y caudal, se grafican en ejes coordenados y de esta manera se construye el hidrograma.

2.2.8 Partes de un hidrograma

Aunque la forma de los hidrogramas producidos por tormentas particulares varía no sólo de una cuenca a otra sino también de tormenta a tormenta, es posible, en general, distinguir las partes que se muestran en la figura 6 en cada hidrograma:

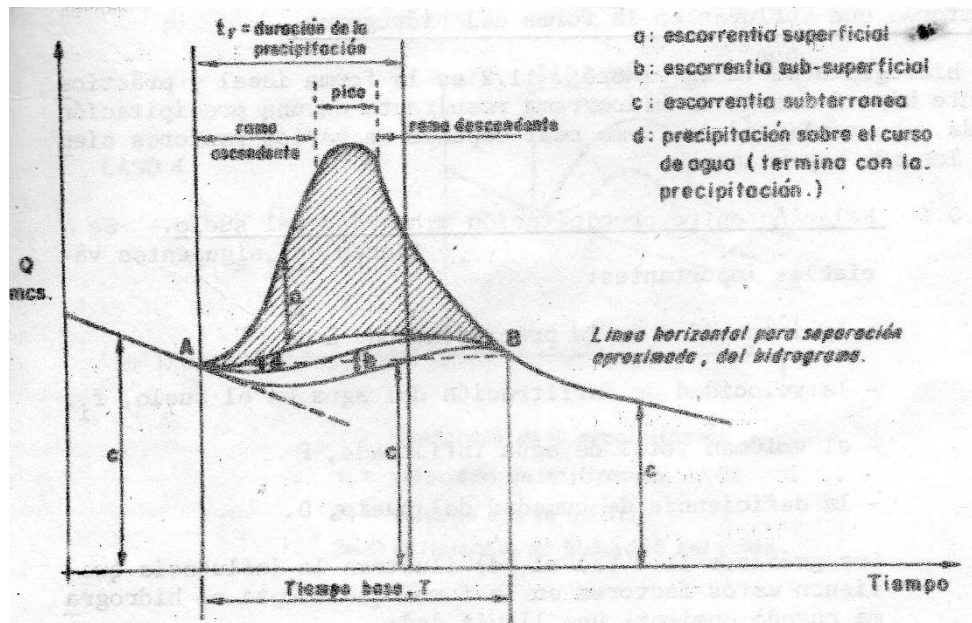


Figura 2-6 Hidrograma aislado

Fuente: Molina Galvez, 1975

- T_c : *Tiempo de concentración*: es el tiempo necesario para que una gota de agua que cae en el punto “hidrológicamente” más alejado llegue a la salida de la cuenca o punto de aforo.
- T_p : *tiempo de pico*. Es el tiempo que transcurre desde el inicio del escurrimiento directo hasta el pico del hidrograma.
- T_b : *tiempo base*. Es el tiempo transcurrido entre el comienzo y el fin del escurrimiento directo.
- Rama ascendente. Es la parte de la curva del hidrograma que va desde el punto de inicio del escurrimiento directo hasta el pico.
- Rama descendente o curva de recesión. Es la parte del hidrograma que va desde el pico hasta el final del escurrimiento directo.

2.2.9 Tránsito de avenidas o traslación de ondas

En ingles, flood routing, hydrograph routing o flow routing, es el procedimiento a través del cual se puede determinar el hidrograma del caudal, en un punto de un curso de agua utilizando hidrogramas conocidos en uno o más puntos aguas arriba.

Un hidrograma es una muestra gráfica de un tránsito de avenidas, es decir la variación de caudales respecto al tiempo, dentro de una cuenca hidrográfica.

Durante el tránsito de una avenida, a partir de una estación hidrométrica cuyo hidrograma es de pico alto y poca duración; en estaciones aguas abajo, irán sucediéndose, hidrogramas cuyos picos irán disminuyendo progresivamente, pero con tiempo mayor al anterior; todo esto suponiendo que no existen pérdida de volumen (evaporación, infiltración, etc). Todos los hidrogramas generados, en las estaciones, durante el tránsito tienen la misma área bajo la curva. (Figura 2 -6)

Determinar, el tránsito de avenidas es obtener el hidrograma de un punto aguas abajo a partir d un hidrograma aguas arriba.

La utilidad práctica del procedimiento, radica por ejemplo el carácter catastrófico de una avenida está relacionado con el caudal máximo (pico del hidrograma), de modo que es fundamental determinar cómo este pico va disminuyendo a medida que se mueve aguas abajo.

2.2.10 Métodos hidrológicos

Se calcula en función del tiempo en un lugar particular. Se basa en la ecuación de continuidad, en un tramo de cauce (o en un embalse), bajo lo siguiente:

$$\text{Volumen entrado en un tiempo } \Delta t - \text{Volumen salido en ese } \Delta t = \Delta \text{ almacenamiento}$$

Si la expresión se divide entre Δt , se tiene:

$$Q_{\text{entrada}} - Q_{\text{salida}} = \Delta \text{almacenamiento} / \Delta t \quad (1)$$

O también:

$$I - O = \Delta S / \Delta t \quad (2)$$

$$I - O = (S_2 - S_1) / \Delta t \quad (3)$$

Siendo:

I = caudal de entrada medio durante Δt

O = caudal de salida medio durante Δt

$\Delta S = S_2 - S_1$ = incremento del almacenamiento en el tiempo Δt

Para calcular con exactitud los caudales medios de cada Δt , se debe disponer de un hidrograma continuo, pero si se conoce solamente un dato de caudal para cada Δt , los caudales medios se pueden evaluar por el promedio de los caudales de dos Δt consecutivos, así:

$$\frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1 + O_2}{2} = \frac{S_2 - S_1}{\Delta t} \quad (4)$$

Una vez conocido el hidrograma de caudales de entrada el problema se reduce solo en encontrar el hidrograma de caudales de salida.

2.2.11 Método de Muskingum

Método, desarrollado por G. T. McCarthy en 1938, y toma el nombre de Muskingum del distrito donde fue desarrollado por el Servicio de Conservación del Distrito de Muskingum, Ohio, USA.

Este método se basa en el modelo del almacenamiento natural en un cauce, y el amortiguamiento de la onda de crecida por efecto de rozamiento en el fondo y las márgenes del canal natural.

Almacenamiento Prismático: Formado por un volumen de sección transversal constante a lo largo del cauce.

Almacenamiento en Cuña: Formado por la diferencia entre los caudales de entrada y salida, o bien por la pendiente de la lámina de agua en el tramo considerado.

Durante el avance de la avenida, el caudal de entrada es mayor que el de salida y se forma lo que se denomina cuña positiva y durante la recesión, el caudal de entrada es menor al caudal de salida, formándose una acuña negativa.

Para su aplicación es necesario registrar dos hidrogramas al mismo tiempo, en dos estaciones próximas en el cauce del río. (Figura 2-7)

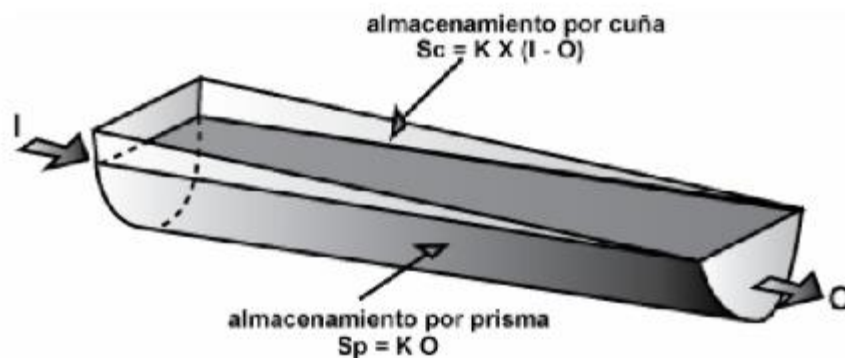


Figura 2-7 Almacenamiento en prisma y cuña.

Fuente: Villón Béjar, 2002

El volumen de almacenamiento prismático es proporcional al caudal de salida, ya que se supone que el caudal de salida es proporcional al área de la sección del cauce, por lo tanto:

$$S_{prisma} = S_p = K O \quad (5)$$

Es la diferencia entre las entradas y las salidas:

$$S_{cuña} = S_c = (I - O) \quad (6)$$

Sumando las ecuaciones (2) y (3), se obtiene:

$$S = Sp + Sc$$

$$S = KO + KX(I - O) \quad (7)$$

$$S = K[O + X(I - O)]$$

$$S = K[O + XI - XO]$$

$$S = K[XI + (1 - X)O] \quad (8)$$

Donde:

S = almacenamiento en el tramo considerado de un cauce

I = caudal de entrada en el tramo

O = Caudal de salida del tramo

K = Representa el tiempo de tránsito de la onda de avenida a través del tramo

X = Depende del almacenamiento en cuña, y varía entre 0 (almacenamiento tipo embalse) a 0.5 que corresponde a una cuña completamente desarrollada.

Valores prácticos pueden tomarse entre 0.2 – 0.35; 0.2 para tramos situados en la parte baja de la cuenca y valores mayores para tramos en la parte alta de la cuenca.

La ecuación (8), representa un modelo lineal de almacenamiento en la propagación de avenidas en cauces, por el método de MUSKINGUM.

Los volúmenes de almacenamiento en dos instantes (1) y (2), al comienzo y al final de un intervalo de tiempo Δt , pueden determinarse como:

$$S_1 = K[XI_1 + (1 - X)O_1] \quad (9)$$

$$S_2 = K[XI_2 + (1 - X)O_2] \quad (10)$$

La variación en el almacenamiento a través del tramo, sería la diferencia entre ambos almacenamientos:

$$S_2 - S_1 = K\{[XI_2 + (1 - X)O_2] - [XI_1 + (1 - X)O_1]\}$$

$$S_2 - S_1 = K[X(I_2 - I_1) + (1 - X)(O_2 - O_1)] \quad (11)$$

Utilizando la ecuación de continuidad, la variación en el almacenamiento será:

$$S_2 - S_1 = \frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t \quad (12)$$

Igualando las ecuaciones (11) y (12), se tiene:

$$K[X(I_2 - I_1) + (1 - X)(O_2 - O_1)] = \frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t \quad (13)$$

Efectuando operaciones:

$$KX(I_2 - I_1) + K(1 - X)O_2 - K(1 - X)O_1 = \frac{I_1 + I_2}{2} \Delta t - \frac{O_1}{2} \Delta t - \frac{O_2}{2} \Delta t$$

Efectuando operaciones para despejar O_2 :

$$K(1-X)O_2 + \frac{O_2}{2}\Delta t = KXI_1 + \frac{\Delta t}{2}I_1 - KXI_2 + \frac{\Delta t}{2}I_2 + K(1-X)O_1 - \frac{\Delta t}{2}O_1$$

$$\left[K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}\right]O_2 = \left(KX + \frac{\Delta t}{2}\right)I_1 + \left(-KX + \frac{\Delta t}{2}\right)I_2 + \left[K(1-X) - \frac{\Delta t}{2}\right]O_1$$

$$O_2 = \frac{KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}}I_1 + \frac{-KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}}I_2 + \frac{K(1-X) - \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}}O_1 \quad (14)$$

Haciendo:

$$C_1 = \frac{KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} \quad (15)$$

$$C_2 = \frac{-KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} \quad (16)$$

$$C_3 = \frac{K(1-X) - \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} \quad (17)$$

Se tiene que:

$$O_2 = C_1I_1 + C_2I_2 + C_3O_1 \quad (18)$$

Si sumamos (15), (16), y (17), tenemos

$$C_1 + C_2 + C_3 = \frac{KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} + \frac{-KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} + \frac{K(1-X) - \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}}$$

$$C_1 + C_2 + C_3 = \frac{KX + \frac{\Delta t}{2} - KX + \frac{\Delta t}{2} + K(1-X) - \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}}$$

$$C_1 + C_2 + C_3 = \frac{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} = 1 \quad (19)$$

Si $K = \Delta t$ y $X = 0.5$, el hidrograma de salida es igual al de entrada, pero desplazado a la derecha un tiempo igual a K .

Si se conocen las constantes, K y X, se pueden calcular los caudales de salida a partir de los caudales de entrada. Inversamente, si se dispone de los caudales de entrada y de salida para el mismo hidrograma, se pueden calcular las constantes K y X para ese tramo de cauce.

Estimación de los parámetros K y X:

El parámetro K coincide con el desfase de tiempo entre los hidrogramas de entrada y de salida.

El parámetro X se obtiene por tanteos, eligiendo el que más se adapta entre los hidrogramas de entrada y salida.

Si se encuentra disponible los hidrogramas de entrada y de salida observados para un tramo de un río, se pueden determinar los valores de K y X, utilizando la siguiente metodología:

1.- Utilizando la información de los caudales de entrada y de salida, se calculan para diferentes valores de X, los valores del numerador y denominador, de la expresión de K que se deduce de la ecuación (13):

$$K[X(I_2 - I_1) + (1 - X)(O_2 - O_1)] = \frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t$$

$$K = \frac{\frac{I_2 + I_1}{2} \Delta t - \frac{O_1 + O_2}{2} \Delta t}{X(I_2 - I_1) + (1 - X)(O_2 - O_1)}$$

$$K = \frac{\frac{\Delta t}{2} [(I_1 + I_2) - (O_1 + O_2)]}{X(I_2 - I_1) + (1 - X)(O_2 - O_1)} \quad (20)$$

Los valores calculados del numerador y denominador de la ecuación (20), se grafican como ordenadas y abscisas respectivamente, lo que produce una curva en forma de lazo.

El valor de X que produzca un lazo lo más parecido a una recta, se utiliza para calcular el valor de K, que vendría a ser la pendiente de dicha recta.

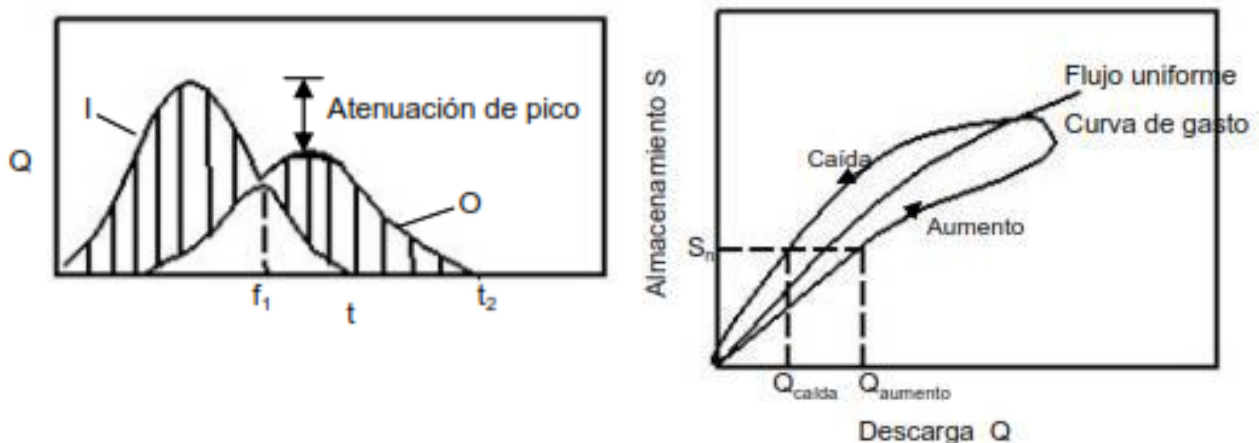


Figura 2-8 Laminación de la avenida a su paso por el tramo

Fuente: Universidad Politécnica De Madrid

2.3 Glosario de Términos básicos

- **Aguas abajo:** Parte del cauce de un río en donde el flujo de agua ha pasado ya un punto de consideración.
- **Aguas arriba:** Parte del cauce de un río en donde el flujo de agua no ha pasado aun un punto de consideración.
- **Avenida:** Caudal de alta magnitud, llamada también crecida de un río que se presenta de manera
- **Cauce:** Lecho de un río.
- **Caudal:** Cantidad de agua que discurre por el cauce o río en términos dimensionales de m^3/s .
- **Caudal base:** Parte del hidrograma de crecida que representa el flujo de agua subterránea.
- **Cuña:** Término que la da Muskingum a parte de la crecida o masa de agua, que, de acuerdo al tiempo de traslado de la onda, y a la longitud recorrida, representa la disipación del pico del hidrograma y que tiene la forma de una cuña.
- **Escorrentía:** Parte de la fracción de la lluvia que escurre sobre la superficie del suelo.
- **Prisma:** Término que la da Muskingum a parte de la crecida o masa de agua, que de acuerdo al contorno del cauce forma un cuerpo geométrico regular.
- **Rio:** Cauce principal de salida de una cuenca en donde se concentra el flujo de agua superficial producida por una lluvia o tormenta ocasional y que puede producir daños por inundación cuando la capacidad del cauce es muy limitado
- **Traslación de onda:** Movimiento ondulatorio de una crecida, cuyo desplazamiento se da en un tiempo determinado

2.4 Hipótesis

Conociendo la traslación de onda de la crecida del río Piura desde un punto de consideración aguas arriba, se pueden prevenir inundaciones aguas abajo de dicho punto de consideración

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque y Diseño

3.1.1 Enfoque

La investigación realizada plantea un problema de estudio delimitado y concreto, por la tanto Hernández Sampieri , Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014 plantea un enfoque **Cuantitativo**.

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos[... De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández Sampieri , Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.1.2 Diseño

Diseño: No experimental descriptiva transversal.

Descriptiva pues busca especificar las propiedades y las características de un fenómeno que se someta a un análisis.

Transversal ya que se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

3.2 Sujetos de la Investigación

La investigación se centra en el comportamiento hidrológico del río Piura, durante sus crecidas extremas, entre las estaciones hidrométricas de Tambogrande y Piura.

Como Muestra no Probabilística elegimos a la cantidad de habitantes afectada durante la inundación del Río Piura el 27 de Marzo del 2017 como consecuencia del fenómeno del niño costero del año en mención:

Tabla 3.2-1 Población afectada Niño Costero 2017

Distrito	Población Afectada Niño Costero 2017
Piura	4 099
Castilla	7 249
26 de Octubre	3 590
Total	14 938

Fuente: <https://mesadeconcertacion.org.pe/sites/- INEI>

3.3 Métodos y Procedimientos

3.3.1 Perfil transversal del cauce del río Piura (Estación Tambogrande)

En la Tabla 3.3-1 se presentan los datos de mira y profundidad de agua de la sección transversal del cauce del río Piura en la estación Tambogrande.

Tabla 3.3-1 Datos de la sección transversal

Fecha	2/03/2017	
	Q= 743.2 m³/s	
	Nivel de Mira = 4.38	
Distancia	Profundidad	Curva
0	0.00	4.38
5	1.20	3.18
10	1.50	2.88
15	2.40	1.98
20	3.16	1.22
25	4.90	-0.52
30	6.43	-2.05
35	6.73	-2.35
40	5.72	-1.34
45	6.25	-1.87
50	3.20	1.18
55	2.60	1.78
60	4.00	0.38
65	4.25	0.13
70	2.71	1.67
75	3.50	0.88
80	3.74	0.64
85	3.45	0.93
90	2.10	2.28
95	3.62	0.76
100	4.02	0.36
105	3.47	0.91
110	2.25	2.13
110	0.00	4.38

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

En la Figura 3-1 se muestra la representación gráfica de la tabla anterior.

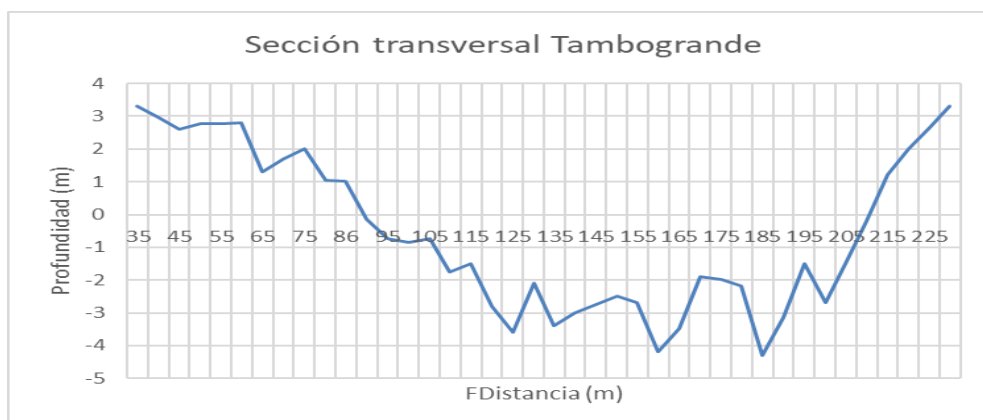


Figura 3-1 Sección Transversal del Río en la Estación Tambogrande
Elaborado con información de la tabla anterior.

3.3.2 Perfil transversal del cauce del río Piura (Estación Puente Sánchez Cerro)

En la Tabla 3.3-2 se presentan los datos de mira y profundidad de agua de la sección transversal del cauce del río Piura en la estación Puente Sánchez Cerro-Piura.

Tabla 3.3-2 Datos de la sección transversal

Fecha : 23/03/2017 $Q=720.9 \text{ m}^3/\text{s}$ Mira = 3.31 m

Distancia	Profundidad	Sección	Distancia	Profundidad	Sección
35	0	3.31	130	6.70	-3.39
35	0.35	2.96	135	6.30	-2.99
40	0.70	2.61	140	6.05	-2.74
45	0.55	2.76	145	5.80	-2.49
50	0.55	2.76	150	6.00	-2.69
55	0.50	2.81	155	7.50	-4.19
60	2.00	1.31	160	6.80	-3.49
65	1.60	1.71	165	5.20	-1.89
70	1.30	2.01	170	5.30	-1.99
75	1.65	1.06	175	5.50	-2.19
80	2.30	1.01	180	7.60	-4.29
85	3.45	-0.14	185	6.45	-3.14
90	4.05	-0.74	190	4.80	-1.49
95	4.15	-0.84	195	6.00	-2.69
100	4.05	-0.74	200	4.80	-1.49
105	5.05	-1.74	205	3.50	-0.19
110	4.80	-1.49	210	2.10	1.21
115	6.10	-2.79	215	1.30	2.01
120	6.90	-3.59	220	0.65	2.66
125	6.30	-2.09	222	0.00	3.31

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

En la Figura 3-2 se muestra la representación gráfica de la tabla anterior.

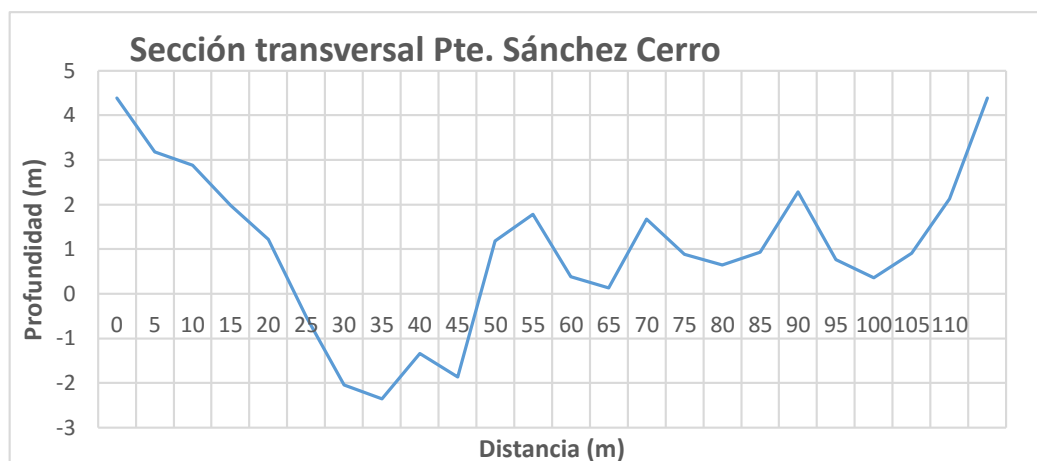


Figura 3-2 Sección Transversal del Río en la Estación Sánchez Cerro
Elaborado con información de la tabla anterior.

3.3.3 Información Hidrométrica de la Estación Tambogrande

El Proyecto Especial Chira Piura (PECHP) suministró los datos necesarios de la estación hidrométrica Tambogrande que se encuentran ubicada en el puente del mismo nombre, instalado sobre el mismo río Piura.

Con los datos de caudales medios mensuales, se procedió a graficar el año 2017, y evaluar mensualmente los eventos con pico máximo en ese periodo de tiempo (Tabla 3.3-3 y Figura 3-3).

Tabla 3.3-3 Caudales Medios Mensuales Estación Tambogrande

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Año : 2017 Estación : Tambogrande	
Mes	Caudal (m3/s)
Enero	4.6
Febrero	375.9
Marzo	1056.2
Abril	511.4
Mayo	168.7
Julio	103.5
Julio	42.9
Agosto	18.7
Septiembre	7.7
Octubre	4.6
Noviembre	3.3
Diciembre	2.2

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

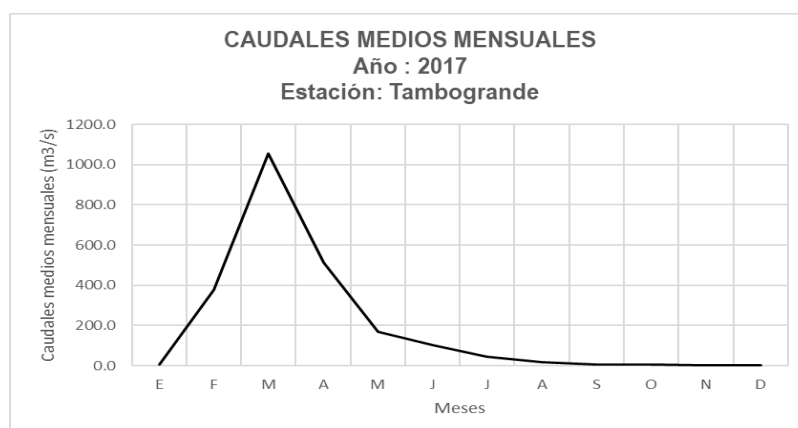


Figura 3-3 Descargas mensuales Año 2017

Elaborado con información de la tabla anterior.

Se tiene que el pico máximo se encuentra en el mes de Marzo del año 2017. Con el fin de identificar el inicio y el final exactos de los eventos, es necesario graficar una cantidad suficiente de datos para identificar la creciente.

Identificados en el año y mes, los eventos con mayor magnitud, se grafican los hidrogramas diarios, con el fin de tener mayor precisión en el análisis y resultados. (Tabla 3.3-4).

Tabla 3.3-4 Caudales Medios Diarios Estación Tambogrande

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
Mes de Marzo - Año 2017
Estación : Tambogrande

Día	Caudal (m3/s)	Día	Caudal (m3/s)
1	918.8	17	932.6
2	516.3	18	1147.0
3	912.2	19	1213.2
4	1447.4	20	1478.9
5	871.2	21	1095.1
6	786.0	22	1190.6
7	1008.9	23	676.2
8	968.2	24	870.3
9	1543.2	25	933.5
10	961.7	26	2676.0
11	990.4	27	1363.4
12	562.7	28	1128.3
13	629.9	29	587.7
14	1039.6	30	1012.3
15	668.6	31	1982.1
16	630.4		

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

Reproducido el Histograma correspondiente a los caudales medios diarios representado en la Figura 3-4, observamos que la mayor descarga se produce el día **27 de marzo de 2017**.



Figura 3-4 Caudales Medios Diarios Estación Tambogrande
Elaborado con información de la tabla anterior.

3.3.4 Información Hidrométrica de la Estación Puente Sánchez Cerro-Piura

El Proyecto Especial Chira Piura (PECHP) suministró los datos necesarios de la estación hidrométrica Puente Sánchez Cerro – Piura, zona que se vio gravemente afectado por inundación durante el fenómeno del Niño Costero, del año 2017.

Con los datos de caudales medios mensuales, se procedió a graficar el año 2017, y evaluar mensualmente los eventos con pico máximo en ese periodo de tiempo (Tabla 3.3-5 y Figura 3-5).

Tabla 3.3-5 Caudales Medios Mensuales Estación Puente Sánchez Cerro-Piura

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Año : 2017 Estación : Puente Sánchez Cerro - Piura	
Mes	Caudal (m3/s)
Enero	1.9
Febrero	374.6
Marzo	1318.2
Abril	404.1
Mayo	155.0

Junio	104.0
Julio	66.4
Agosto	25.1
Septiembre	3.5
Octubre	0.0
Noviembre	0.0
Diciembre	0.6

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

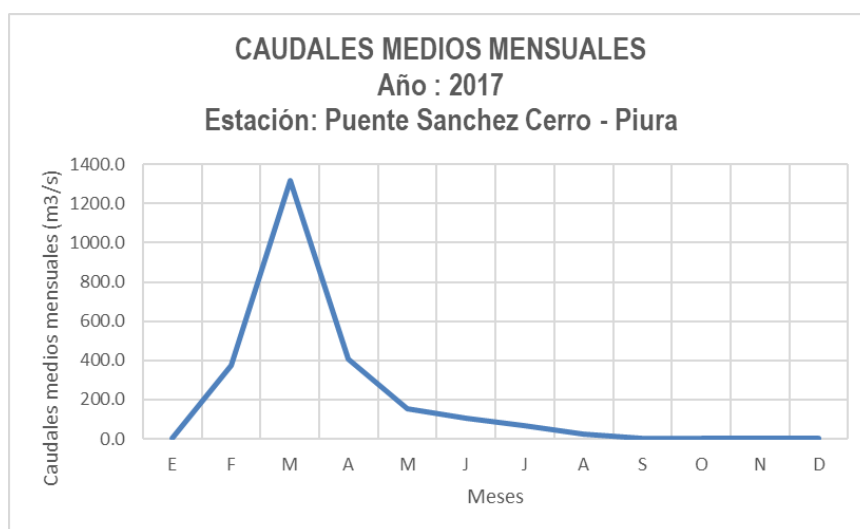


Figura 3-5 Caudales Medios Mensuales Estación Puente Sánchez Cerro-Piura

Elaborado con información de la tabla anterior.

Se tiene que el pico máximo se encuentra en el mes de Marzo del año 2017. Con el fin de identificar el inicio y el final exactos de los eventos, es necesario graficar una cantidad suficiente de datos para identificar la creciente.

Identificados en el año y mes, los eventos con mayor magnitud, se grafican los hidrogramas diarios, con el fin de tener mayor precisión en el análisis y resultados. (Tabla 3.3-6).

Tabla 3.3-6 Caudales Medios Diarios Estación Puente Sánchez Cerro

CAUDALES MEDIOS DIARIOS			
Mes de Marzo - Año 2017			
Estación : Puente Sánchez Cerro – Piura			
Día	Caudal (m³/s)	Día	Caudal (m³/s)
1	755.6	17	1096.7
2	821.3	18	1420.3
3	724.5	19	1504.8

4	1642.8	20	1701.9
5	1820.4	21	1558.2
6	906.8	22	1543.8
7	1300.4	23	988.2
8	1328.6	24	1001.0
9	1663.4	25	1020.5
10	1685.5	26	1988.9
11	1273.3	27	2754.5
12	934.0	28	1557.5
13	863.3	29	920.5
14	1140.0	30	1126.4
15	1080.3	31	1909.3
16	832.0		

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

Reproducido el Histograma correspondiente a los caudales medios diarios representado en la Figura 3-6, observamos que la mayor descarga se produce el día **27 de marzo de 2017**.

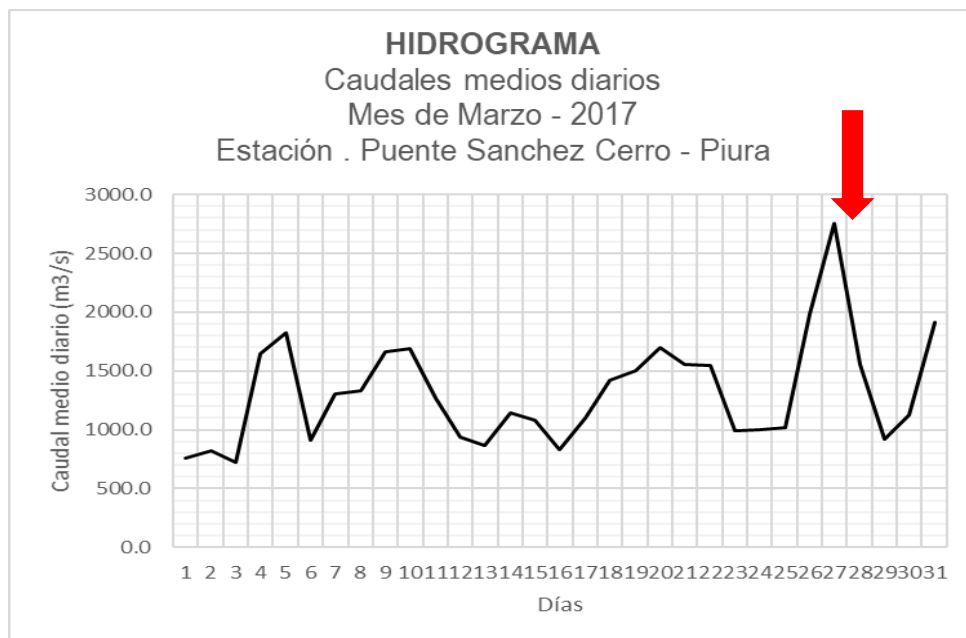


Figura 3-6 Caudales Medios Diarios Estación Puente Sánchez Cerro-Piura
Elaborado con información de la tabla anterior.

3.3.5 Curvas de Calibración de descargas

Para cada una de las estaciones hidrométricas se tienen tablas de calibración suministradas por el Proyecto Especial Chira Piura (PECHP), donde se registra la variación del nivel del agua en relación al tiempo, permitiendo precisar el comportamiento del régimen de flujo en el cauce.

Los registros aludidos generan una relación Caudal Vs Nivel del agua, que permite ajustar la curva de calibración de las estaciones Tambogrande y Puente Sánchez Cerro-Piura, con el fin de obtener caudales horarios más precisos durante el evento extraordinario elegido.

La trayectoria tendencial, de estas curvas están definidas por ecuaciones polinómicas obtenidas mediante métodos matemáticos de regresión múltiple.

Así también, se ha definido el coeficiente de correlación, cuyos valores cercanos a 1.0, indican la fidelidad de la relación tirante - caudal.

Tabla 3.3-7 Datos de Curva de Calibración Estación Tambogrande

Fecha	Mira (m)	Caudal (m3/s)	Área (m2)	Velocidad (m/s)
02/03/2017	3.09		579.3	
03/03/2017	4.42	1152.5	829.5	1.389
16/03/2017	3.82		808.45	
	1.0	250.0		
21/03/2017	4.28	1042.741		
	1.5	275		
23/03/2017	3.31	720.897	771.3	0.935
	7.1	3202		

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

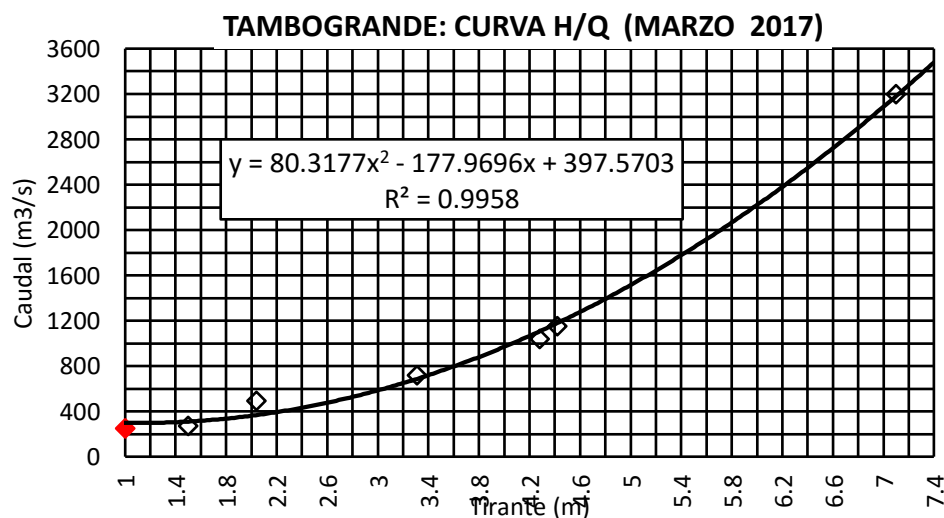


Figura 3-7 Curva de Calibración Hidrométrica Estación Tambogrande

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

Tabla 3.3-8 Datos de Curva de Calibración Estación Puente Sánchez Cerro-Piura

Fecha	Mira (m)	Caudal (m3/s)
21/02/2012	2.30	450
	1.36	
	1.84	
23/02/2012	3.3	895
	3.7	1042
24/02/2012	3.9	1208
	4.1	1325
25/02/2012	4.0	1344
	3.05	650
24/03/2015	2.65	568.3

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

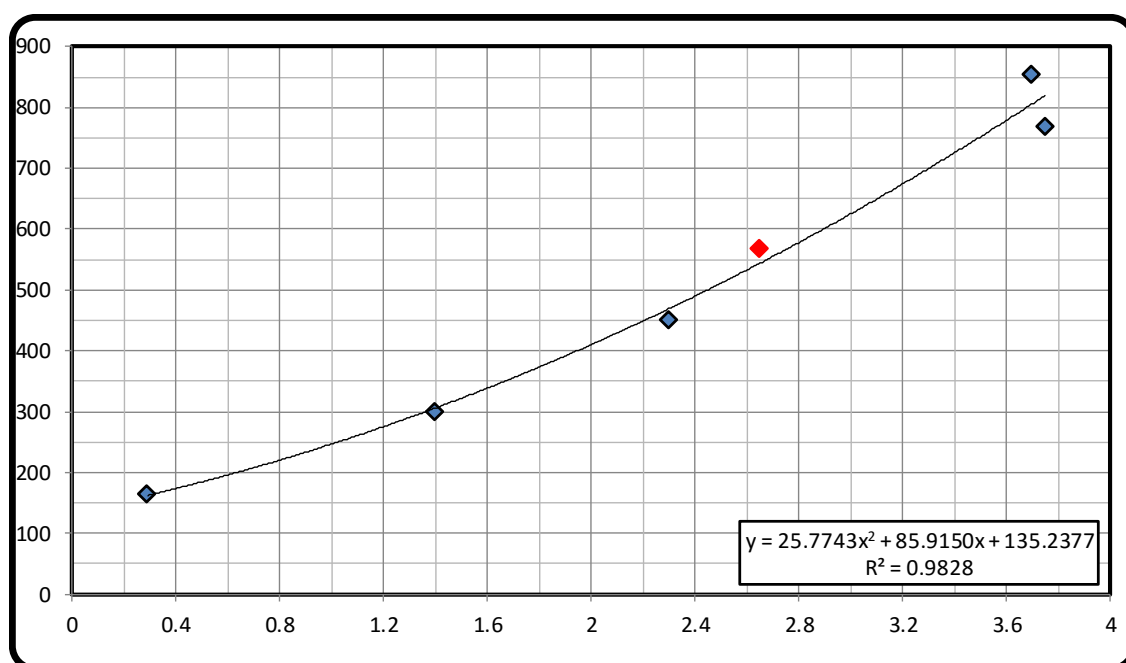


Figura 3-8 Curva de Calibración Hidrométrica Estación Sánchez Cerro-Piura

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

3.3.6 Tiempo de concentración de avenidas de Tambogrande hasta Piura

Tabla 3.3-9 Tiempo de concentración

Q=M3/S.	T=HORAS
100	21.5
200	17
300	14.5
400	13.2
500	12.2
600	11.5
700	11
800	10.5
900	10
1000	9.6
1200	9.02
1400	8.55
1600	8.16
1800	7.83
2000	7.55
2200	7.3
2400	7.08
2600	6.89
2800	6.71
3000	6.55

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

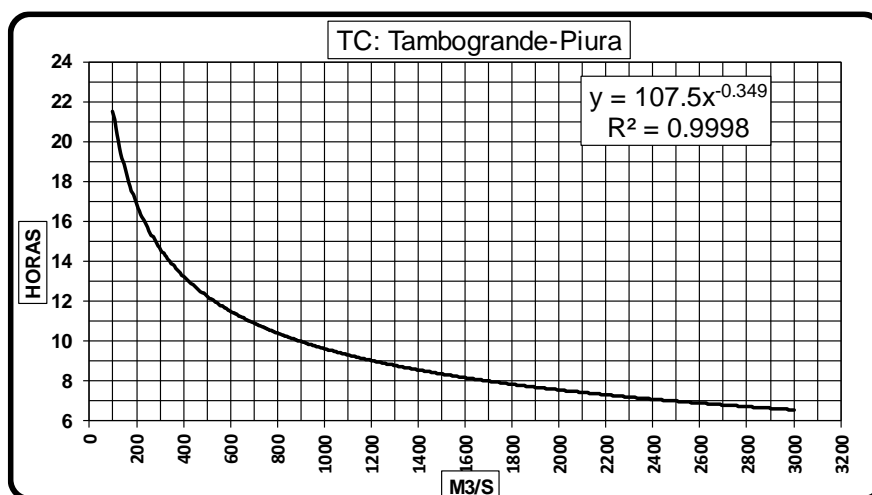


Figura 3-9 Curva tiempo concentración de Tambogrande a Piura

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

La Figura 3-9 representa el tiempo que tarda la onda en viajar de Tambogrande a Piura, que es muy dependiente del caudal. Es decir, a mayor caudal menor tiempo de traslado de la onda. Para nuestro caso el máximo caudal manifestado en el periodo de inundación el 27 de marzo de 2017 tardo aproximadamente 7 horas en trasladarse desde Tambogrande a Piura.

3.3.7 Hidrogramas De Tambogrande y Piura

Las **Tablas 3.3-10 y 3.3-11** muestran la magnitud de la avenida en las estaciones Tambogrande y Piura a partir del día 26 de marzo hasta el día 28 de marzo del 2017, periodo en que se produjo la crecida del Rio Piura entre estas dos estaciones.

Esta información fue proporcionada por el Proyecto Especial Chira Piura, institución que registra las avenidas en el Rio Piura mediante las estaciones Hidrométricas aludidas. En dichas tablas se resaltan los picos máximos de la avenida en color amarillo.

Tabla 3.3-10 Descargas horarias Estación Tambogrande

Día	Hora	Caudal (m3/s)	Caudal (m3/h)	Día	Hora	Caudal (m3/s)	Caudal (m3/h)
Día 26 - 03	0.00	1335	4806000	Día 27 - 03	0.00	2607	9385200
	2.00	1380	4968000		2.00	2329	8384400
	4.00	1851	6663600		4.00	2123	7642800
	6.00	2163	7786800		6.00	1851	6663600
	8.00	2571	9255600		8.00	1634	5882400
	10.00	2863	10306800		10.00	1431	5151600
	12.00	3054	10994400		12.00	1304	4694400
	14.00	3152	11347200		14.00	1125	4050000
	16.00	3160	11376000		16.00	1014	3650400
	18.00	3130	11268000		18.00	909	3272400
	20.00	3103	11170800		20.00	859	3092400
	22.00	2863	10306800		22.00	820	2952000

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

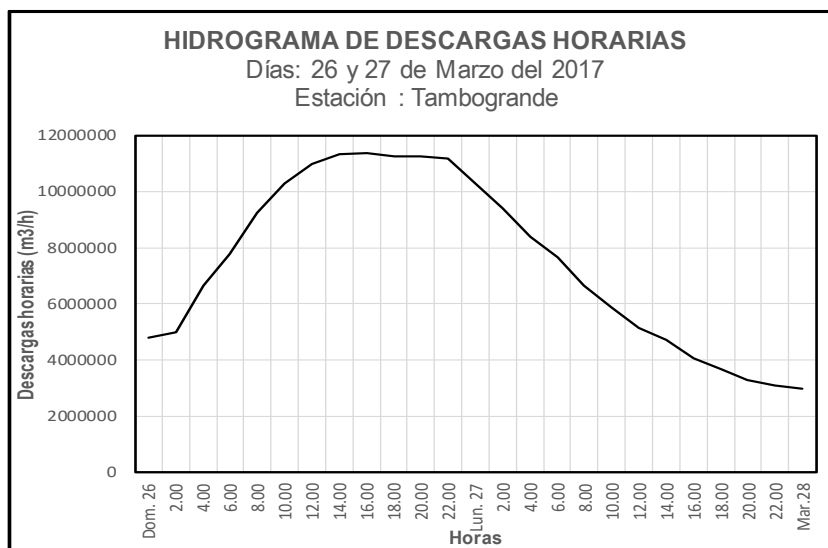


Figura 3-10 Hidrograma de descargas horarias Estación Tambogrande

Tabla 3.3-11 Descargas horarias Estación Puente Sánchez Cerro

Día	Hora	Caudal (m³/h)	Caudal (m³/h)	Día	Hora	Caudal (m³/h)	Caudal (m³/h)	Día	Hora	Caudal (m³/s)	Caudal (m³/h)
Día 26 - 03	0.00	971	3495600	Día 27 - 03	0.00	2270	8172000	Día 28 .03	0.00	2465	8873640
	2.00	1042	3751200		2.00	2396	8625600		2.00	2040	7345080
	4.00	1242	4471200		4.00	2574	9266400		4.00	1679	6044400
	6.00	1328	4780800		6.00	2894	10418400		6.00	1571	5656680
	8.00	1479	5324400		8.00	3095	11142000		8.00	1572	5657760
	10.00	1514	5450400		10.00	3264	11750400		10.00	1572	5658480
	12.00	1565	5634000		12.00	3468	12484800		12.00	1632	5875560
	14.00	1714	6170400		14.00	3216	11577600		14.00	1678	6040800
	16.00	1789	6440400		16.00	3133	11278800		16.00	1678	6040800
	18.00	1868	6724800		18.00	3035	10926000		18.00	1678	6042240
	20.00	1962	7063200		20.00	2923	10522800		20.00	1679	6043680
	22.00	2126	7653600		22.00	2763	9946800		22.00	1631	5871600

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

De las **Tablas 3.3-10 y 3.3-11** se proyectaron los hidrogramas mostrados en las Figuras 3-10 y 3-11, los cuales serán considerados como caudales de entrada en el método de Muskingum.

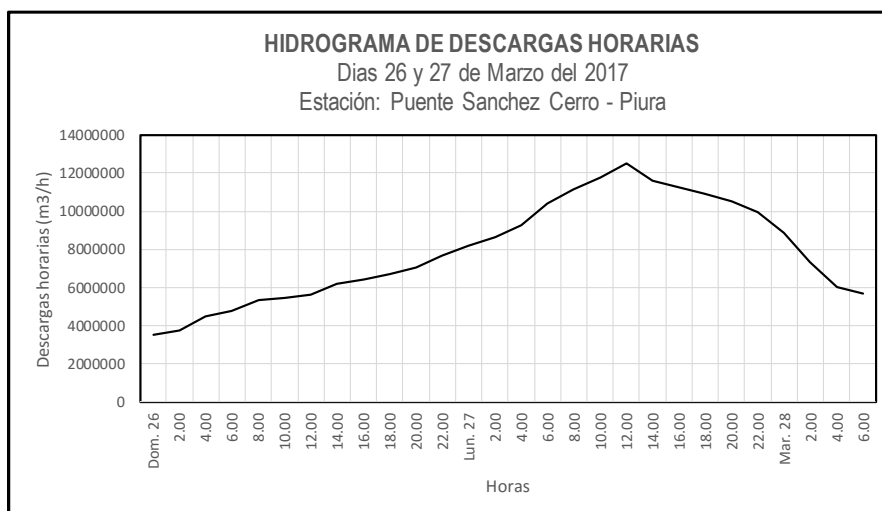


Figura 3-11 Hidrograma de descargas horarias Estación Sánchez Cerro Piura

3.4 Técnicas e Instrumentos

El muestreo de datos consistió en la recopilación de información hidrométrica de la avenida extraordinaria del río Piura, entre los días 26 al 29 de marzo del año 2017, de las estaciones de Tambogrande y Sánchez Cerro en Piura.

Los datos se obtienen mediante observación, en este caso cada dos horas, el operador observa el nivel de la mira y con este nivel ingresa a la curva de calibración Caudal-Tirante para las estaciones como se muestran en las **Figuras 3-7 y 3-8**.

Para el proceso de estimaciones, calibraciones, y resultados se utilizó el programa Excel como herramienta de cálculo.

Para la aplicación del modelo de Muskingum se consultó diferente bibliografía referida a estudios similares, sobre todo trabajos de investigación realizados en el extranjero.

3.4.1 Método de Muskingum

Se procesó la información anterior, se hicieron los ajustes correspondientes y la calibración de las curvas características de caudales en las estaciones hidrométricas de Tambogrande y Piura.

Con la información de caudales reales se aplicó el método de Muskingum, de entradas y salidas de estos caudales dentro del tramo considerado, hasta encontrar el desplazamiento de la onda desde Tambogrande hasta Piura.

El valor X de Muskingum define el grado de laminación de la avenida durante la traslación de la onda, es decir el grado de depresión del caudal punta; el mismo que se define dándole un rango de valores a X los cuales reproducen una curva en forma de lazo, y cuanto más cerrado sea el lazo es el valor de X el correcto. Lo cual se considera el ajuste de bondad del método. **Ver Figura 3-14.**

3.4.2 Cálculo de caudales de salida por el método de Muskingum, conocidos K y X

Se dispone de los caudales horarios de entrada en la estación Tambogrande, se desea calcular los correspondientes caudales de salida de dicho tramo dando valores a K y X.

Calculamos C_0, C_1 y C_2 mediante las siguientes expresiones:

$$C_0 = \frac{KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} \quad (15)$$

$$C_1 = \frac{-KX + \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} \quad (16)$$

$$C_2 = \frac{K(1-X) - \frac{\Delta t}{2}}{K(1-X) + \frac{\Delta t}{2}} \quad (17)$$

Se aplica la siguiente fórmula para cada uno de los caudales de entrada, y así obtener los caudales de salida.

$$O_2 = C_1 I_1 + C_2 I_2 + C_3 O_1 \quad (18)$$

Donde;

I_1, I_2 = Caudales de entrada al final del tiempo anterior.

O_1, O_2 = Caudales de salida al final del tiempo anterior.

En las figuras 3-12 y 3-13 se representa el hidrograma de entrada y el de salida, apreciándose las dos características del tránsito.

3.4.3 Estación Tambogrande

Figura 3-12 Calculo de Hidrograma de Entrada y Salida

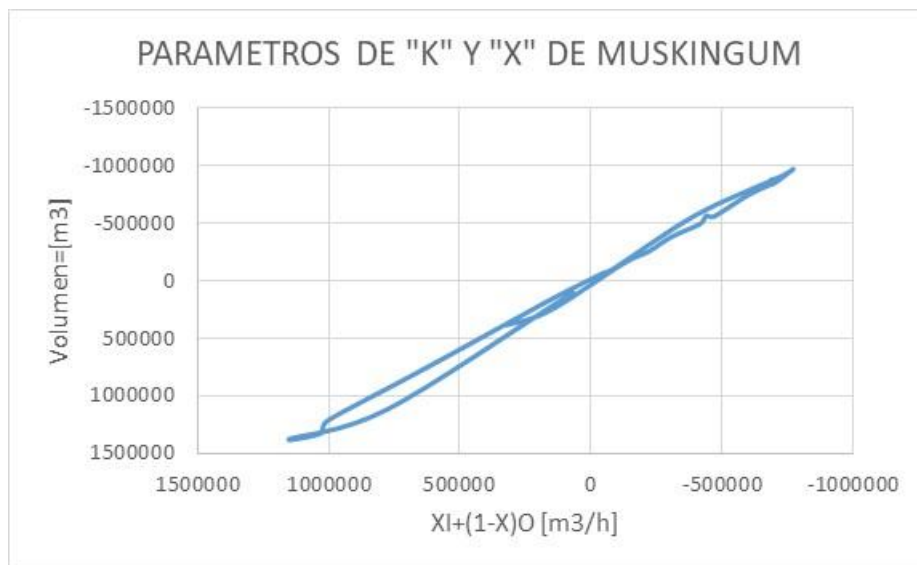
X	0.1
Δt (h)	2
K	1
C0	0.5789
C1	0.4737
C2	-0.0526

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)
		K=1
Dia 26	4806000	4806000
2.00	4968000	4899789
4.00	6663600	5953253
6.00	7786800	7351260
8.00	9255600	8660081
10.00	10306800	9895533
12.00	10994400	10726530
14.00	11347200	11212751
16.00	11376000	11370950
18.00	11268000	11313739
20.00	11170800	11209319
22.00	10306800	10668562
Dia 27	9385200	9754202
2.00	8384400	8786368
4.00	7642800	7933896
6.00	6663600	7060574
8.00	5882400	6190433
10.00	5151600	5443093
12.00	4694400	4871564
14.00	4050000	4312002
16.00	3650400	3804863
18.00	3272400	3423428
20.00	3092400	3160241
22.00	2952000	3007545
Dia 28	3459600	3242950
2.00	3747600	3637739

Figura 3-13 Hidrograma De Entrada y Salida Mediante Muskingum



Figura 3-14 Alternativa Optima para Valores $K=1$ $X=0.1$



3.4.3.1 Separación del Flujo Base

Mediante dos puntos denominados Límites de flujo base, se procede a separar de la escorrentía total de los caudales de salida, el flujo base o de drenaje subterráneo mediante una recta desde el inicio de crecida hasta el inicio de la curva de agotamiento.

Figura 3-15 Separación del flujo base en el hidrograma de salida Tambogrande

Hora	Límites de la Escorrentía Base	Caudal de Salida (m ³ /h)
Día 26		4806000
2.00	4899789.474	4899789
4.00		5953253
6.00		7351260
8.00		8660081
10.00		9895533
12.00		10726530
14.00		11212751
16.00		11370950
18.00		11313739
20.00		11209319
22.00		10668562
Día 27		9754202
2.00		8786368
4.00		7933896
6.00		7060574
8.00		6190433
10.00	5443093	5443093

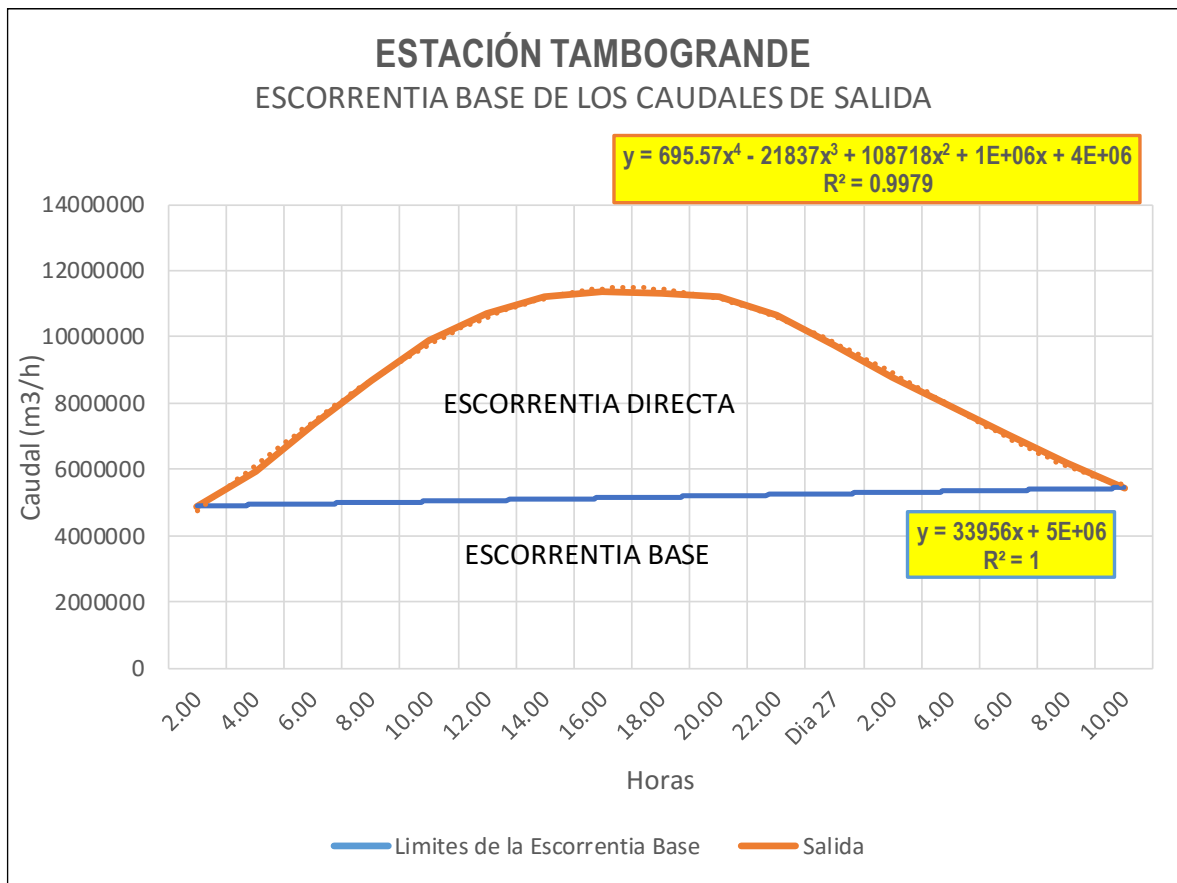


Figura 3-16 Separación del flujo base del caudal de salida Tambogrande

3.4.4 Estación Puente Sánchez Cerro – Piura

Figura 3-17 Calculo de Hidrograma de Entrada y Salida

X	0.1
Δt (h)	2
K	1
C0	0.5789
C1	0.4737
C2	-0.0526

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)
		K=1
Dia 26	3495600	3495600
2.00	3751200	3643579
4.00	4471200	4173706
6.00	4780800	4666100
8.00	5324400	5101553
10.00	5450400	5409076
12.00	5634000	5558870
14.00	6170400	5948502
16.00	6440400	6338395
18.00	6724800	6610421
20.00	7063200	6926736
22.00	7653600	7412193
Dia 27	8172000	7966432
2.00	8625600	8445430
4.00	9266400	9006072
6.00	10418400	9947049
8.00	11142000	10862134
10.00	11750400	11508961
12.00	12484800	12188286
14.00	11577600	11975185
16.00	11278800	11383685
18.00	10926000	11069027
20.00	10522800	10685041
22.00	9946800	10180787
Dia 28	8946000	9355074
2.00	7416000	8038680
4.00	6112800	6628743
6.00	5724000	5860550
8.00	5724000	5716813
10.00	5724000	5724378
12.00	5940000	5849033
14.00	6112800	6044830

Figura 3-18 Hidrograma De Entrada y Salida Mediante Muskingum

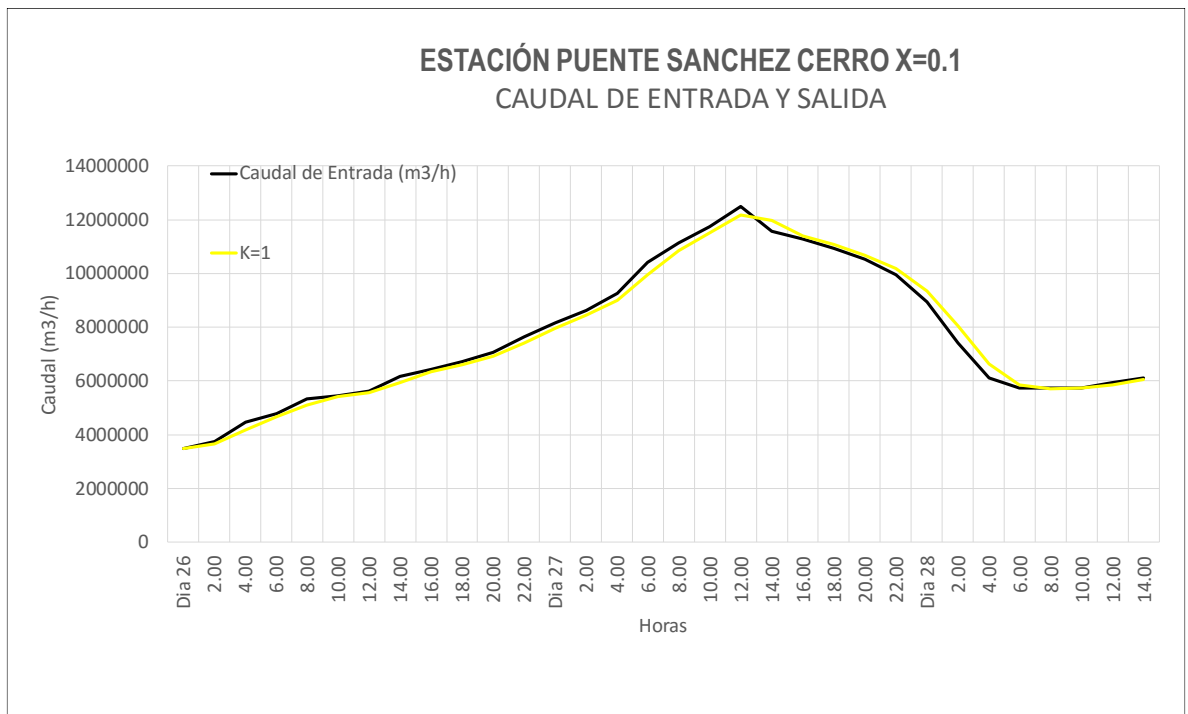


Figura 3-19 Alternativa Optima para Valores K=1 X=0.1

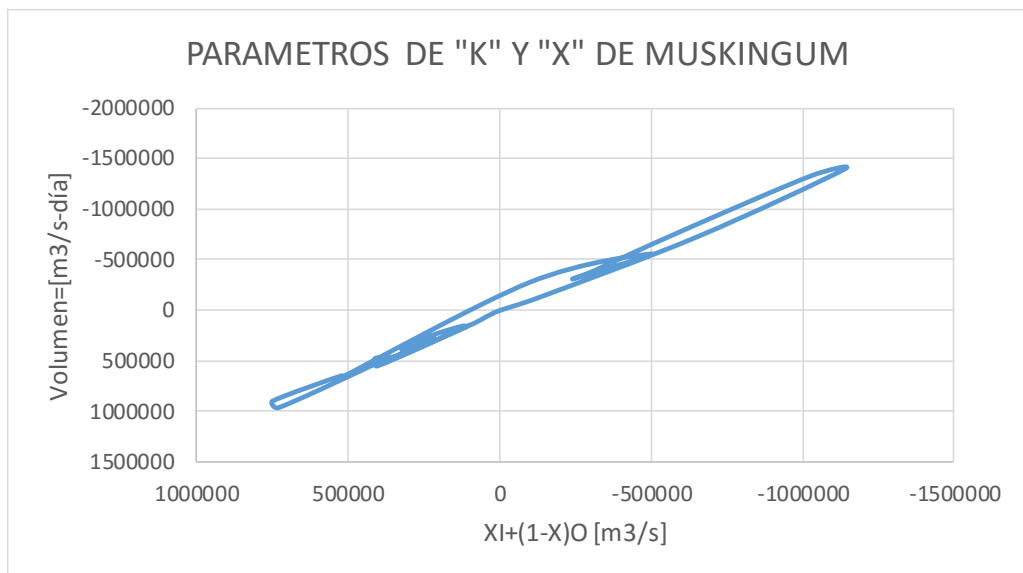


Figura 3-20 Alternativa Optima para Valores K=1 X=0.1

3.4.4.1 Separación del Flujo Base

Mediante dos puntos denominados Límites de flujo base, se procede a separar de la escorrentía total de los caudales de salida, el flujo base o de drenaje subterráneo mediante una recta desde el inicio de crecida hasta el inicio de la curva de agotamiento.

Figura 3-21 Separación del flujo base en el hidrograma del caudal de salida Piura

Hora	Límites de la Escorrentía Base	Caudal (m ³ /h)
Día 26	3495600	3495600
2.00		3643579
4.00		4173706
6.00		4666100
8.00		5101553
10.00		5409076
12.00		5558870
14.00		5948502
16.00		6338395
18.00		6610421
20.00		6926736
22.00		7412193
Día 27		7966432
2.00		8445430
4.00		9006072
6.00		9947049
8.00		10862134
10.00		11508961
12.00		12188286
14.00		11975185
16.00		11383685
18.00		11069027
20.00		10685041
22.00		10180787
Día 28		9355074
2.00		8038680
4.00	6628743	6628743

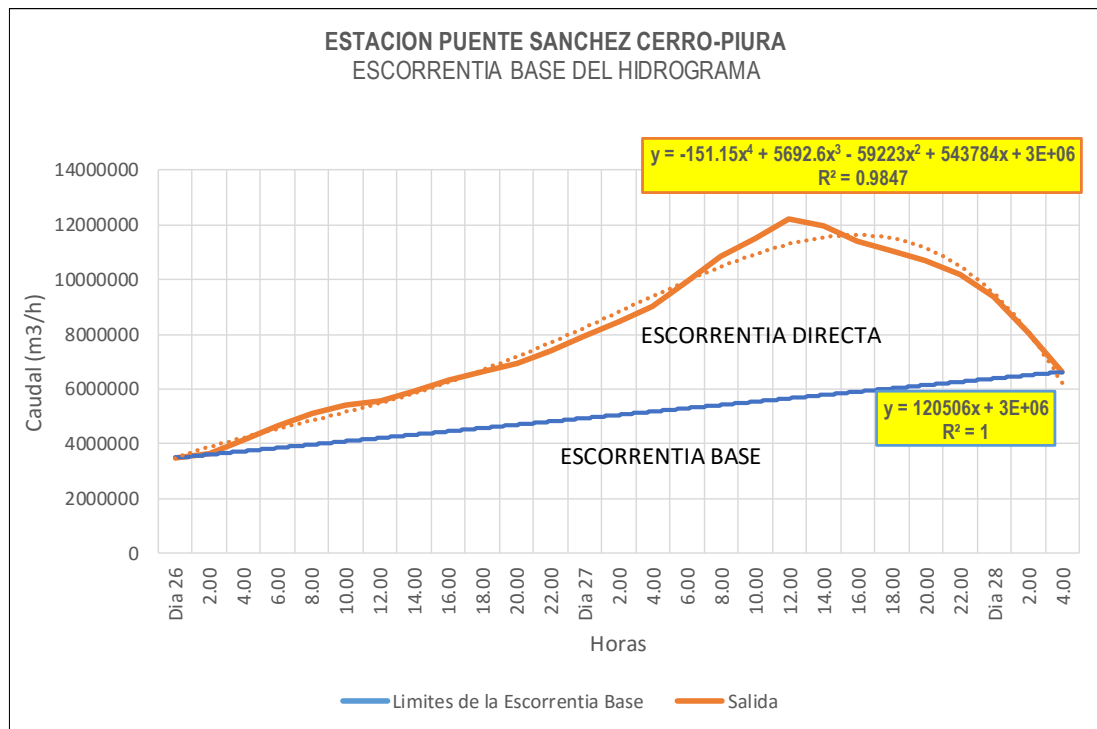


Figura 3-22 Separación del flujo base del caudal de salida Piura

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Cálculo de Volúmenes de escorrentía

Con la ecuación del hidrograma del caudal de salida y la ecuación de la recta del flujo base, se opera una resta de integrales para determinar el volumen de agua de escorrentía.

4.1.1 Estación Tambogrande

Se integró la ecuación mostrada a continuación teniendo como límites las 0 y 16.

Volumen de escorrentía total (V_T):

$$V_T = 695.57t^4 - 21837t^3 + 108718t^2 + 10^6t + 4 * 10^6$$

$$\int_0^{16} dV_T = \int_0^{16} (695.57t^4 - 21837t^3 + 108718t^2 + 10^6t + 4 * 10^6) dt$$

$$V_T = \left| \frac{695.57t^5}{5} - \frac{21837t^4}{4} + \frac{108718t^3}{3} + \frac{10^6t^2}{2} + 4 * 10^6t \right|_0^{16}$$

$$V_T = 128,530,503 \text{ m}^3$$

Volumen de escorrentía base (V_{eb}):

$$V_{eb} = 33956t + 5 * 10^6$$

$$\int_0^{16} dV_{eb} = \int_0^{16} (33956t + 5 * 10^6) dt$$

$$V_{eb} = \left| \frac{33956t^2}{2} + 5 * 10^6t \right|_0^{16}$$

$$V_{eb} = 84,346,368 \text{ m}^3$$

Volumen de escorrentía directa (V_{ed}):

$$V_{ed} = V_T - V_{eb} = 44,184,135 \text{ m}^3$$

4.1.2 Estación Puente Sánchez Cerro

Volumen de escorrentía total:

Se integró la ecuación mostrada a continuación teniendo como límites las 0 y 26.

$$V_T = -151.15t^4 + 5692.6t^3 - 59223t^2 + 543784t + 3 * 10^6$$

$$\int_0^{26} dV_T = \int_0^{26} (-151.15t^4 + 5692.6t^3 - 59223t^2 + 543784t + 3 * 10^6) dt$$

$$V_T = \left| \frac{-151.15t^5}{5} + \frac{5692.6t^4}{4} - \frac{59223t^3}{3} + \frac{543784t^2}{2} + 3 * 10^6t \right|_0^{26}$$

$$V_T = 206,002,574 \text{ m}^3$$

Volumen de escorrentía base (V_{eb}):

$$V_{eb} = 120506t + 3 * 10^6$$

$$\int_0^{26} dV_{eb} = \int_0^{26} (120506t + 3 * 10^6) dt$$

$$V_{eb} = \left| \frac{120506t^2}{2} + 3 * 10^6t \right|_0^{26}$$

$$V_{eb} = 118,731,028 \text{ m}^3$$

Volumen de escorrentía directa (V_{ed}):

$$V_{ed} = V_T - V_{eb} = 87,271,546 \text{ m}^3$$

4.2 Recarga de la crecida entre el tramo Tambogrande – Piura

$$\text{RECARGA} = 87,271,546 \text{ m}^3 - 44,184,135 \text{ m}^3$$

$$\text{RECARGA} = 43,087,411 \text{ m}^3$$

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El método Muskingum permite determinar la crecida de ondas en un punto del río mientras este tenga registro hidrométrico o limnimétrico del régimen de la avenida.

Dada la complejidad de las iteraciones en el método Muskingum, muchas veces se hace uso de programas especializados, sin embargo, para este caso se utilizó la hoja de cálculo Excel, lo cual fue suficiente.

Se comprueba que, durante el avance de la onda de creciente, el caudal de entrada es mayor que el caudal de salida, existiendo almacenamiento en cuña, contrariamente durante la recesión, el caudal de salida es mayor que el caudal de entrada, resultando una cuña negativa.

Los valores de las constantes “X” y “K” encontrados para cada una de las estaciones Tambogrande y Sánchez Cerro – Piura, son de $X=0.1$ $K=0.8$ horas, (iguales) lo que indica que se trata de cauces naturales (ríos) de zona baja de las cuencas con baja pendiente y gran caudal, puesto que valores de “X” entre 0.3 á 0.5, son ríos de zonas de alta pendiente y bajo caudal.

La diferencia entre los valores de C1, C2 y C3, muestran cierta uniformidad en los resultados, por lo que se puede concluir que cada crecida es particularmente diferente. Por otro lado, como lo dicta el método de Muskingum, en todos los casos se cumple, que la sumatoria de los coeficientes C1, C2 y C3 es igual a la unidad.

La aplicación del método Muskingum, permite conocer de manera particular las variables y registros de una estación hidrométrica con el fin de obtener información histórica suficiente para modelaciones hidrológicas, cuyo análisis y resultados permiten tomar decisiones en problemas de ingeniería hidráulica de corrientes naturales de flujo no permanente.

Para los hidrogramas de salida, se estimó el volumen de escorrentía directa para cada estación hidrométrica, durante la crecida del río Piura, durante el evento Niño Costero los días 26, 27 y 28 de marzo del 2017, resultando que: para la estación Tambogrande el volumen de agua transitado fue 44,184,135 m³, y para la estación Sánchez Cerro – Piura, fue 87,271,546 m³.

Esta marcada diferencia demuestra que llovió copiosamente en el área entre Tambogrande y Piura, y todas las quebradas existentes en esta área se activaron y contribuyeron significativamente en términos de volumen de agua y causaron la inundación de la ciudad de Piura, aparte de otros factores hidromorfológicos del río Piura en esta zona. .

El punto de intersección entre los hidrogramas de entrada y salida, conocido como punto de recesión, indica que la crecida inicia su descenso y la energía producto de la crecida empieza a disiparse y se puede interpretar como que la energía de la crecida busca como liberarse causando las inundaciones en las riberas.

5.2 Recomendaciones

Siendo los valores de “K” = 1.0 horas; y “X” = 0.1, los más óptimos encontrados, se recomienda usar estas constantes en el tramo comprendido entre las estaciones Tambogrande y Sánchez Cerro - Piura, para cualquier diseño de obra de mitigación frente a las inundaciones presentadas en la zona.

Por lo ocurrido durante el último Niño costero, se debe tomar en cuenta un estudio del régimen de lluvias y escorrentía de los afluentes dentro del área entre las estaciones Tambogrande y Sánchez Cerro – Piura, así como instalar limnímetros o hidrómetros en el tramo de río comprendido entre las mismas, por lo menos cada 15 Km.

Se recomienda analizar toda información hidrométrica necesaria para el diseñar obras tales como, diques o cualquier otro tipo de obras de protección de riveras.

BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio Mijares, F. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Mexico D.F, Mexico: LIMUSA SA. Recuperado el Febrero de 2019, de https://www.academia.edu/3628280/Fundamentos_de_Hidrologia_de_Superficie-_Aparicio_Mijares
- Hernández Sampieri , R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F, Mexico: Mc Graw-Hill. Recuperado el Enero de 2019
- Linsley, R., Kohler, M., & Paulhus, J. (1968). *HIDROLOGIA para Ingenieros*. Madrid, España: Mc Graw - Hill. Recuperado el Febrero de 2019
- Molina Galvez, M. (1975). *Hidrología*. Lima: PUBLIDRAT.
- Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: Villón. Recuperado el Febrero de 2019

ANEXO 01

**INFORMACION HIDROMETRICA DE LAS ESTACIONES
TAMBOGRANDE Y PIURA**

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

		PROYECTO ESPECIAL CHIRA PIURA						CUENCA-PIURA					
		HIDROGRAMA DEL RIO PIURA:						MARZO 2017					
Día	Hora	CHULUCANAS		TAMBOGRANDE		urumuy(SINERS)		PRESA EJIDOS				R.PIURA	Q=m3/s
		H=mt	Q=m3/s	H=mt	Q=m3/s	H=mt	Q=m3/s	COTA	CANAL	RIDen	PtePiura	TOTAL	
25/03/2017	2	2.46	489	4.05	935			31.75	16.00	971.00	987.0	955.5	
	4	2.54	513	3.95	884			31.70	16.00	908.00	924.0	891.8	
	6	2.75	577	3.90	859			31.70	16.00	908.00	924.0	892.1	
	8	2.64	543	3.90	859			31.80	16.00	916.00	932.0	900.0	
	10	2.52	507	3.92	869			31.80	16.00	1018.00	1034.0	1002.0	
25/03/2017	12	2.47	492	3.88	849			31.80	16.00	1018.00	1034.0	1001.8	
	14	2.37	462	3.80	810			31.80	16.00	948.00	964.0	932.0	
	16	2.24	424	3.70	763			31.80	16.00	948.00	964.0	932.6	
	18	2.19	410	3.55	696			31.80	16.00	979.00	995.0	963.5	
	20	2.31	444	4.30	1069			31.80	16.00	979.00	995.0	963.3	
	22	2.54	513	4.65	1273			31.80	16.00	979.00	995.0	963.6	
	24	2.94	636	4.75	1335			31.70	16.00	971.00	987.0	955.2	
26	2	3.68	879	4.82	1380			31.80	16.00	1042.00	1058.0	1025.7	
	4	4.23	1072	5.50	1851			31.90	16.00	1242.00	1258.0	1224.8	
	6	4.60	1208	5.90	2163			32.00	16.00	1328.00	1344.0	1309.6	
	8	4.93	1333	6.38	2271			32.10	16.00	1479.00	1495.0	1461.1	
	10	4.83	1295	6.70	2563			32.30	16.00	1514.00	1530.0	1496.8	
26	12	4.80	1283	6.90	2754			32.50	16.00	1565.00	1581.0	1544.8	
	14	4.50	1170	7.00	2852			32.70	16.00	1714.00	1730.0	1695.6	
	16	3.80	920	7.10	2902			32.90	16.00	1789.00	1805.0	1770.6	
	18	2.70	561	7.10	2902			33.00	16.00	1868.00	1884.0	1849.9	
	20	2.50	501	6.95	2803			33.00	16.00	1962.00	1978.0	1943.8	
	22	2.40	471	6.70	2563			33.20	14.00	2126.00	2140.0	2104.8	
	24	2.35	456	6.42	2307			33.40	14.00	2270.00	2284.0	2249.1	
27	2	2.25	427	6.10	2029			33.70	14.00	2396.00	2410.0	2375.2	
	4	2.20	413	5.85	1823			34.00	14.00	2574.00	2588.0	2553.3	
	6	2.18	407	5.50	1551			34.30	14.00	2895.00	2909.0	2873.6	
	8	2.15	398	5.20	1634			34.50	14.00	3095.00	3109.0	3073.6	
	10	2.10	384	4.90	1431			34.70	14.00	3264.00	3278.0	3243.3	
	12	2.08	378	4.70	1304			34.78	14.00	3468.00	3482.0	3446.9	
	14	2.05	370	4.40	1125			34.60	14.00	3216.00	3230.0	3195.5	
	16	2.00	355	4.20	1014			34.40	14.00	3133.00	3147.0	3112.3	
27	18	1.98	350	4.00	909			34.10	14.00	3035.00	3049.0	3014.2	
	20	2.10	384	3.90	859			33.70	14.00	2923.00	2937.0	2902.4	
	22	2.50	501	3.82	820			33.00	14.00	2763.00	2777.0	2742.6	
	24	3.00	655	4.10	961			32.70	14.00	2485.00	2499.0	2464.9	
28	2	3.00	655	4.25	1041			32.40	14.00	2060.00	2074.0	2040.3	
	4	2.80	592	4.80	1367			32.20	14.00	1698.00	1712.0	1679.0	
	6	2.60	531	5.00	1497			31.90	14.00	1590.00	1604.0	1571.3	
	8	2.45	486	4.98	1484			31.90	14.00	1590.00	1604.0	1571.6	
	10	2.25	427	4.95	1464			31.90	14.00	1590.00	1604.0	1571.8	
28	12	2.00	355	4.85	1399			32.10	14.00	1650.00	1664.0	1632.1	
	14	1.90	327	4.60	1243			32.20	14.00	1698.00	1712.0	1678.0	
	16	1.86	316	4.20	1014			32.20	14.00	1698.00	1712.0	1678.0	
	18	1.85	314	3.90	859			32.20	14.00	1698.00	1712.0	1678.4	
	20	1.84	311	3.82	820			32.20	14.00	1698.00	1712.0	1678.8	
	22	1.88	322	3.60	718			32.10	14.00	1650.00	1664.0	1631.0	
	24	1.90	327	3.40	632			31.90	14.00	1590.00	1604.0	1571.0	

29	2	1.92	333	3.25	572			31.70	14.00	1446.00	1460.0	1426.3
	4	1.95	341	3.35	612			31.50	14.00	1245.00	1259.0	1226.1
	6	2.00	355	3.40	632			31.40	14.00	1058.00	1072.0	1039.3
	8	2.05	370	3.50	674			31.30	14.00	1047.00	1061.0	1028.3
	10	2.02	361	3.45	653			31.30	14.00	1047.00	1061.0	1028.3
29	12	2.00	355	3.42	641			31.20	14.00	955.00	969.0	936.4
	14	1.97	347	3.38	624			31.20	14.00	955.00	969.0	936.3
	16	1.95	341	3.32	600			31.20	14.00	955.00	969.0	936.7
	18	1.90	327	3.15	534			31.20	14.00	955.00	969.0	936.7
	20	1.82	305	3.10	515			31.20	14.00	955.00	969.0	936.6
	22	1.86	316	3.05	497			31.10	14.00	946.00	960.0	927.7
	24	2.20	413	3.05	497			31.10	14.00	875.00	889.0	856.9
30	2	2.70	561	3.02	487			31.00	14.00	866.00	880.0	847.6
	4	2.80	592	3.55	696			31.00	14.00	716.00	730.0	697.5
	6	2.90	623	4.15	987			31.00	14.00	716.00	730.0	697.3
	8	2.65	546	4.30	1069			31.50	14.00	814.00	828.0	794.2
	10	2.45	486	4.42	1137			31.70	14.00	936.00	950.0	915.8
30	12	2.48	495	4.45	1154			32.10	14.00	1019.00	1033.0	998.1
	14	2.50	501	4.42	1137			32.30	14.00	1068.00	1082.0	1048.0
	16	2.35	456	4.35	1097			32.40	14.00	1169.00	1183.0	1149.4
	18	2.15	398	4.20	1014			32.50	14.00	1214.00	1228.0	1194.8
	20	2.02	361	4.05	935			32.60	14.00	1232.00	1246.0	1213.0
	22	2.12	390	4.30	1069			32.60	14.00	1232.00	1246.0	1211.6
	24	2.20	413	4.80	1367			32.60	14.00	1232.00	1246.0	1210.6
31	2	2.30	442	5.35	1741			32.60	14.00	1232.00	1246.0	1210.4
	4	2.42	477	5.75	2043			32.60	14.00	1232.00	1246.0	1211.2
	6	3.70	886	5.85	2123			32.70	14.00	1279.00	1293.0	1257.7
	8	3.95	972	5.85	2123			32.80	14.00	1293.00	1307.0	1271.9
	10	3.80	920	5.83	2107			32.86	14.00	1479.00	1493.0	1457.9
31	12	3.20	719	5.92	2180			32.94	14.00	1590.00	1604.0	1569.0
	14	2.70	561	5.97	2220			33.00	14.00	1679.00	1693.0	1658.5
	16	2.45	486	5.95	2404			33.14	14.00	1859.00	1873.0	1838.8
	18	2.35	456	5.80	2583			33.20	14.00	2079.00	2093.0	2059.1
	20	2.60	531	5.50	2551			33.30	14.00	2113.00	2127.0	2094.0
	22	2.65	546	5.12	2579			33.33	14.00	2113.00	2127.0	2093.9
	24	2.80	592	5.05	2531			33.50	14.00	2204.00	2218.0	2183.8
1/4	2	2.90	620	4.95	2472			33.50	14.00	2204.00	2218.0	2185.2
	4	2.80	589	4.85	2423			33.60	14.00	2254.00	2268.0	2235.1
	6	2.65	543	4.80	2398			33.50	14.00	2204.00	2218.0	2185.2
	8	2.50	499	4.75	2373			33.50	14.00	2204.00	2218.0	2185.6
	10	2.42	475	4.65	2321			33.30	14.00	2113.00	2127.0	2094.6
1/4	12	2.25	427	4.50	2241			33.10	14.00	2005.00	2019.0	1987.0
	14	2.20	413	4.15	2042			33.00	14.00	1971.00	1985.0	1953.3
	16	2.12	390	3.90	1890			32.90	14.00	1928.00	1942.0	1910.6
	18	2.06	374	3.70	1762			32.70	14.00	1884.00	1898.0	1866.9
	20	2.02	363	3.58	1683			32.50	14.00	1712.00	1726.0	1694.7
	22	2.00	358	3.55	1663			32.30	14.00	1653.00	1667.0	1635.1
	24	2.00	358	3.42	1574			32.10	14.00	1630.00	1644.0	1611.7
2/4	2	1.98	352	3.38	1547			31.90	14.00	1434.00	1448.0	1415.3
	4	1.95	344	3.30	1491			31.70	14.00	1235.00	1249.0	1216.1
	6	1.95	344	3.22	1434			31.70	14.00	1140.00	1154.0	1121.1
	8	1.90	331	3.20	1420			31.60	14.00	1005.00	1019.0	986.0
	10	1.85	318	3.18	1405			31.50	14.00	969.00	983.0	950.1
2/4	12	1.82	310	3.15	1383			31.50	14.00	969.00	983.0	950.1
	14	1.78	299	3.05	1310			31.40	14.00	937.00	951.0	918.2
	16	1.75	292	3.00	1273			31.30	14.00	928.00	942.0	908.6
	18	1.70	279	2.95	1236			31.20	14.00	919.00	933.0	900.2
	20	1.68	274	2.88	1183			31.20	14.00	830.00	844.0	811.4
	22	1.65	266	2.82	1137			31.20	14.00	830.00	844.0	811.4
	24	1.58	249	2.82	1137			31.20	14.00	830.00	844.0	811.4
3	2	1.60	254	2.80	1121			31.20	14.00	769.00	783.0	750.0

	2,017		DESCARGAS MEDIAS DIARIAS EN M3/S								2,017	
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	0.0	30.4	755.6	1764.9	165.6	109.4	81.3	61.5	13.58	0.1	0.0	0.0
2	0.0	97.3	821.3	880.5	157.3	105.0	83.0	63.8	14.54	0.1	0.0	0.0
3	0.0	167.1	724.5	599.9	147.9	102.0	85.0	56.5	13.71	0.0	0.0	0.0
4	0.0	248.8	1642.8	731.1	144.8	104.3	75.9	51.8	7.75	0.0	0.0	0.0
5	0.0	242.8	1820.4	579.6	143.5	114.8	80.1	52.3	5.42	0.0	0.0	0.0
6	0.0	179.7	906.8	417.3	151.4	113.0	78.0	52.3	4.17	0.0	0.1	0.0
7	0.0	143.8	1300.4	353.1	186.5	110.7	82.0	43.8	4.21	0.0	0.0	0.0
8	0.0	182.6	1328.6	424.7	208.0	115.8	82.0	32.8	3.88	0.0	0.0	0.0
9	0.0	161.1	1663.4	389.1	202.5	113.3	84.0	28.0	1.04	0.0	0.0	0.0
10	0.0	141.6	1685.5	487.1	221.5	111.0	84.0	28.8	0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	167.3	1273.3	616.3	218.3	112.6	82.5	28.3	0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	465.4	934.0	402.6	195.9	117.7	76.0	27.1	2.92	0.0	0.0	0.0
13	0.0	466.9	863.3	359.8	173.2	118.4	65.8	31.3	4.17	0.0	0.0	0.0
14	0.0	203.0	1140.0	330.4	169.5	112.8	53.2	24.0	2.92	0.0	0.0	0.0
15	0.0	160.8	1080.3	289.7	171.8	112.5	52.8	20.2	0.58	0.0	0.0	0.0
16	0.0	136.6	832.0	262.5	166.2	108.8	41.5	16.6	0.21	0.0	0.0	0.0
17	0.0	309.5	1096.7	244.6	153.4	107.8	46.6	18.8	2.92	0.0	0.0	0.0
18	0.0	316.0	1420.3	223.5	142.4	104.0	43.8	15.8	0.63	0.0	0.0	7.5
19	0.0	213.8	1504.8	215.7	142.6	98.6	44.0	13.4	0	0.0	0.0	2.3
20	0.0	158.7	1701.9	347.5	136.6	98.9	57.2	8.25	0	0.0	0.0	2.0
21	0.0	293.8	1558.2	323.1	138.3	101.7	68.1	5.25	1.04	0.0	0.0	2.4
22	0.8	456.7	1543.8	229.5	138.1	101.0	69.5	0.29	1.5	0.0	0.0	2.9
23	0.0	510.3	988.2	195.3	138.0	96.2	64.3	2.21	2.71	0.0	0.0	1.5
24	0.0	604.5	1001.0	177.1	131.6	92.9	58.8	8.33	4.4	0.0	0.0	0.0
25	0.0	918.6	1020.5	158.9	129.6	92.3	59.3	12.58	3.13	0.0	0.0	0.0
26	0.5	1,122.8	1988.9	211.7	128.4	91.3	57.8	13.42	1.67	0.0	0.0	0.0
27	5.3	1,520.3	2754.5	300.5	124.2	92.1	57.0	14.92	1.67	0.0	0.0	0.0
28	7.7	867.8	1557.5	238.2	121.5	88.5	61.3	9	3.33	0.0	0.0	0.0
29	11.9		920.5	192.6	120.5	84.8	62.5	10.67	3.75	0.0	0.0	0.0
30	13.5		1126.4	176.0	118.8	87.0	62.0	11.63	0	0.0	0.0	0.0
31	19.4		1909.3		118.0		59.0	14.5		0.0		0.0
SUMA	59.2	10,487.8	40,864.3	12,122.8	4,806.1	3,118.8	2,058.0	777.8	105.9	0.2	0.1	18.6
MEDIA	1.9	374.6	1,318.2	404.1	155.0	104.0	66.4	25.1	3.5	0.0	0.0	0.6
MAX	19.4	1,520.3	2,754.5	1,764.9	221.5	118.4	85.0	63.8	14.5	0.1	0.1	7.5
MIN	0.0	30.4	724.5	158.9	118.0	84.8	41.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
MASA	5.1	906.1	3,530.7	1,047.4	415.2	269.5	177.8	67.2	9.1	0.02	0.0	1.6
MAX.PUNT.	27.0	1,610.0	3,468.0	2,005.0	256	216	90	66	18	0.5	0.6	10
R:L/S/KM2	0.2	48.4	170.3	52.2	20.0	13.4	8.6	3.2	0.5	0.0	0.0	0.1
asa Acumulac	6429.85	MMC										

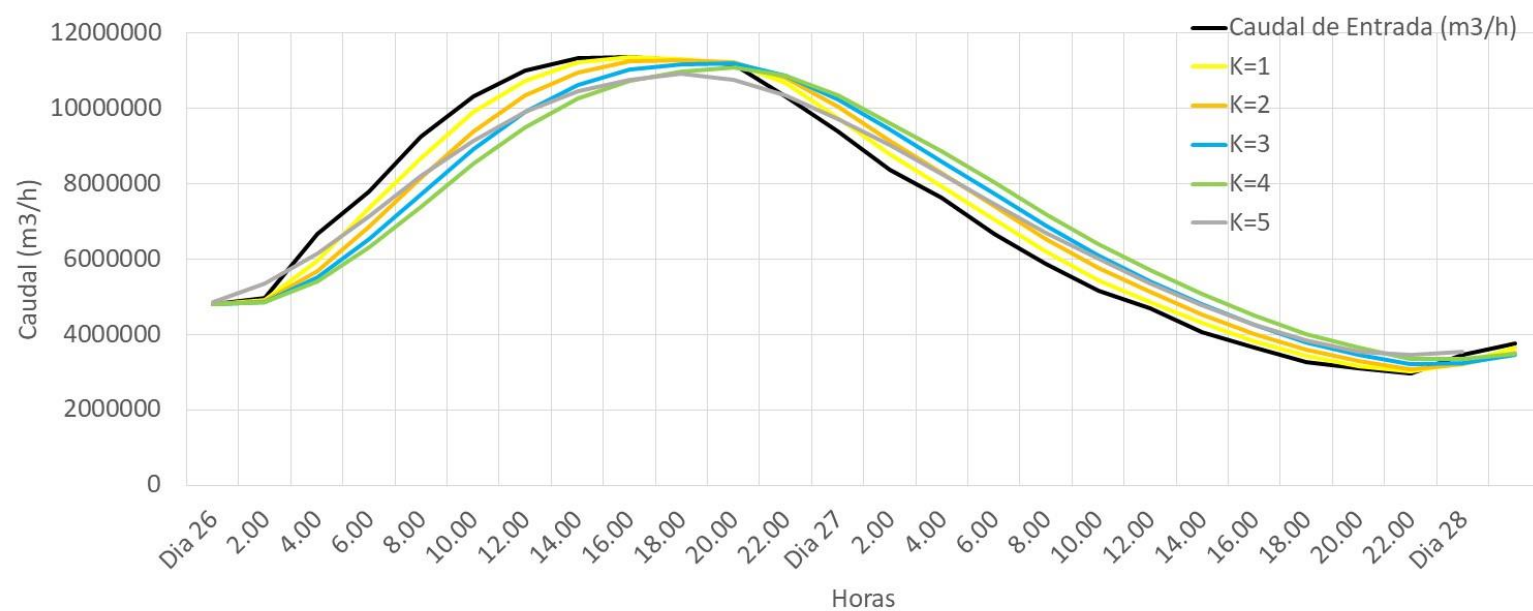
ANEXO 02
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS “K” “X”
ESTACION TAMBOGRANDE

X	0.1				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.5789	0.4286	0.3514	0.3043	0.2727
C1	0.4737	0.2857	0.1892	0.1304	0.0909
C2	-0.0526	0.2857	0.4595	0.5652	0.6364

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		1	2	3	4	5
Dia 26	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000
2.00	4968000	4899789	4875429	4862919	4855304	4850182
4.00	6663600	5953253	5668237	5515471	5420355	5355461
6.00	7786800	7351260	6860582	6530719	6302740	6137475
8.00	9255600	8660081	8151652	7725747	7395009	7137812
10.00	10306800	9895533	9390701	8922035	8523892	8194607
12.00	10994400	10726530	10339743	9912146	9508339	9150205
14.00	11347200	11212751	10958555	10621105	10261826	9917039
16.00	11376000	11370950	11248501	11023708	10742493	10444952
18.00	11268000	11313739	11293286	11176190	10985061	10754061
20.00	11170800	11209319	11233567	11191666	11078496	10914439
22.00	10306800	10668562	10818448	10876819	10855671	10772025
Dia 27	9385200	9754202	10058014	10244895	10336545	10351507
2.00	8384400	8786368	9148518	9428563	9618325	9727177
4.00	7642800	7933896	8284891	8603588	8856132	9036640
6.00	6663600	7060574	7406597	7740200	8030579	8262734
8.00	5882400	6190433	6541085	6883778	7198484	7468176
10.00	5151600	5443093	5757396	6085725	6403856	6692221
12.00	4694400	4871564	5128742	5420155	5720249	6007305
14.00	4050000	4312002	4542326	4801444	5078106	5354139
16.00	3650400	3804863	4019407	4254858	4509486	4770925
18.00	3272400	3423428	3593831	3795313	4020927	4260370
20.00	3092400	3160241	3287094	3449414	3640698	3852018
22.00	2952000	3007545	3087856	3207104	3359577	3537502
Dia 28	3459600	3242950	3208359	3247556	3336857	3463029
2.00	3747600	3637739	3511245	3463363	3477875	3540327

ESTACIÓN TAMBOGRANDE X=0.1

CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA

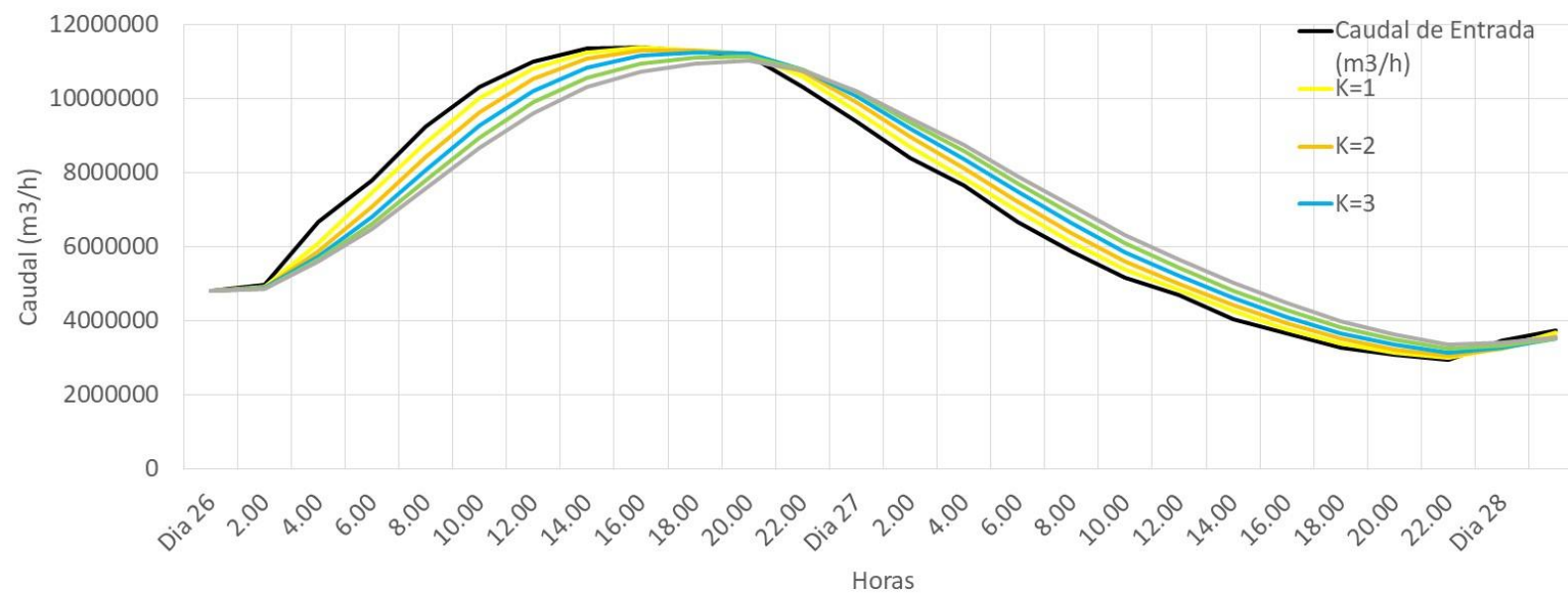


X	0.2				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.6667	0.5385	0.4706	0.4286	0.4000
C1	0.4444	0.2308	0.1176	0.0476	0.0000
C2	-0.1111	0.2308	0.4118	0.5238	0.6000

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		1	2	3	4	5
Dia 26	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000
2.00	4968000	4914000	4893231	4882235	4875429	4870800
4.00	6663600	6104400	5863761	5730615	5646196	5587920
6.00	7786800	7474533	7083822	6807994	6612045	6467472
8.00	9255600	8800696	8415467	8074962	7800938	7582723
10.00	10306800	10006945	9627754	9264137	8944149	8672354
12.00	10994400	10798517	10520343	10201045	9887716	9601172
14.00	11347200	11251365	11074972	10833748	10565908	10299583
16.00	11376000	11377048	11299886	11149331	10950295	10730150
18.00	11268000	11303884	11300281	11231842	11106726	10945290
20.00	11170800	11199213	11223111	11207370	11141866	11035494
22.00	10306800	10591643	10717641	10779270	10785358	10744016
Dia 27	9385200	9660751	9905363	10067652	10162502	10200490
2.00	8384400	8687383	8966345	9195245	9363444	9474054
4.00	7642800	7856335	8119372	8369289	8579404	8741552
6.00	6663600	6966274	7225517	7481143	7713745	7910371
8.00	5882400	6109170	6372627	6632612	6878876	7099183
10.00	5151600	5370003	5602022	5847405	6091164	6320150
12.00	4694400	4822533	5009359	5222955	5447809	5669850
14.00	4050000	4250563	4420098	4608793	4812872	5021910
16.00	3650400	3761315	3920238	4092044	4278342	4473306
18.00	3272400	3386076	3509132	3654371	3817322	3992944
20.00	3092400	3139769	3230107	3344976	3480693	3632726
22.00	2952000	2993537	3048579	3130331	3235620	3360436
Dia 28	3459600	3285785	3247610	3264301	3318106	3400101
2.00	3747600	3670913	3565756	3514712	3508912	3539101

ESTACIÓN TAMBOGRANDE X=0.2

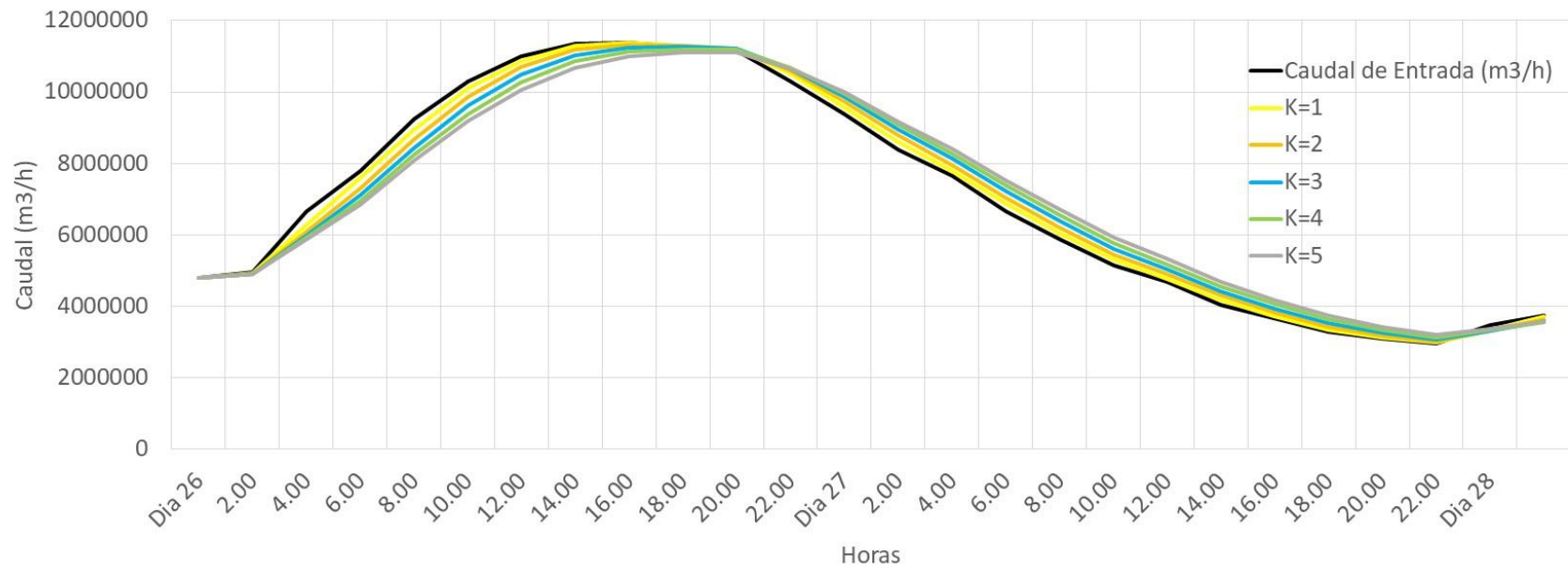
CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA



X	0.3				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.7647	0.6667	0.6129	0.5789	0.5556
C1	0.4118	0.1667	0.0323	-0.0526	-0.1111
C2	-0.1765	0.1667	0.3548	0.4737	0.5556

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		1	2	3	4	5
Dia 26	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000
2.00	4968000	4929882	4914000	4905290	4899789	4896000
4.00	6663600	6271362	6089400	5984987	5917353	5870000
6.00	7786800	7591736	7316700	7111215	6960388	6846711
8.00	9255600	8944423	8687650	8447308	8245700	8080528
10.00	10306800	10114372	9861742	9613071	9385816	9186782
12.00	10994400	10866570	10691024	10482070	10268628	10066568
14.00	11347200	11286747	11179037	11028838	10854866	10674938
16.00	11376000	11379892	11338373	11251884	11130663	10989721
18.00	11268000	11292725	11297729	11265765	11197261	11101401
20.00	11170800	11189307	11208155	11207633	11178219	11121445
22.00	10306800	10506828	10601026	10654321	10674104	10663380
Dia 27	9385200	9566748	9741438	9865262	9947228	9992900
2.00	8384400	8587844	8777373	8942151	9072013	9166811
4.00	7642800	7781392	7955495	8127783	8280764	8407073
6.00	6663600	6869543	7042116	7214736	7378088	7523396
8.00	5882400	6029869	6205886	6380364	6549768	6707264
10.00	5151600	5297529	5449114	5611187	5775427	5934658
12.00	4694400	4776224	4896386	5034460	5182402	5332632
14.00	4050000	4187184	4298464	4420112	4552485	4690973
16.00	3650400	3720215	3825011	3936414	4056672	4184096
18.00	3272400	3349021	3427502	3520211	3624003	3736898
20.00	3092400	3121232	3178250	3250010	3334738	3430454
22.00	2952000	2979947	3013108	3062275	3125907	3202208
Dia 28	3459600	3335233	3300585	3302239	3328251	3373004
2.00	3747600	3701782	3625097	3580278	3564119	3571491

ESTACIÓN TAMBOGRANDE $X=0.3$ CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA

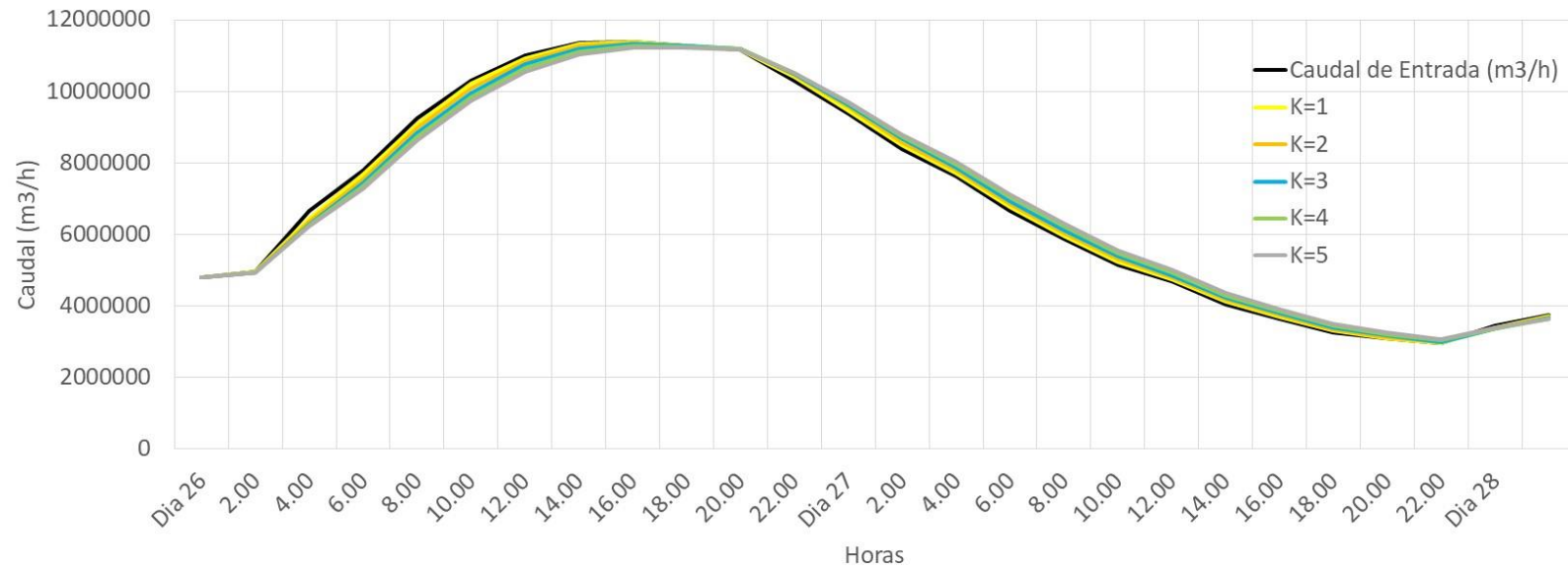


X	0.4				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.8750	0.8182	0.7857	0.7647	0.7500
C1	0.3750	0.0909	-0.0714	-0.1765	-0.2500
C2	-0.2500	0.0909	0.2857	0.4118	0.5000

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		1	2	3	4	5
Dia 26	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000
2.00	4968000	4947750	4938545	4933286	4929882	4927500
4.00	6663600	6456713	6352631	6290339	6248940	6219450
6.00	7786800	7698122	7554312	7439468	7351775	7283925
8.00	9255600	9094170	8967410	8841619	8730872	8636963
10.00	10306800	10215758	10089474	9963263	9843394	9734681
12.00	10994400	10931211	10849625	10748904	10641798	10536441
14.00	11347200	11318897	11269893	11201458	11118999	11030020
16.00	11376000	11379476	11363736	11328188	11275258	11210210
18.00	11268000	11280631	11286521	11277482	11251930	11212105
20.00	11170800	11179792	11190156	11194338	11187054	11167153
22.00	10306800	10412552	10465651	10498668	10516787	10520976
Dia 27	9385200	9473962	9567205	9637505	9688512	9722688
2.00	8384400	8487309	8582910	8670944	8744776	8803344
4.00	7642800	7709773	7795683	7883584	7965684	8037672
6.00	6663600	6769257	6855535	6942224	7026952	7105836
8.00	5882400	5953636	6041885	6129407	6215827	6298818
10.00	5151600	5225141	5298971	5378773	5460847	5542509
12.00	4694400	4733165	4790925	4857278	4929313	5004155
14.00	4050000	4120859	4175939	4234622	4298353	4365977
16.00	3650400	3682635	3734504	3788778	3846686	3908289
18.00	3272400	3311591	3348773	3392937	3442165	3495844
20.00	3092400	3105102	3132070	3165410	3204656	3249122
22.00	2952000	2966374	2981134	3002946	3031258	3065461
Dia 28	3459600	3392556	3369958	3365385	3372801	3389431
2.00	3747600	3728361	3687087	3658967	3644094	3640515

ESTACIÓN TAMBOGRANDE X=0.4

CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA

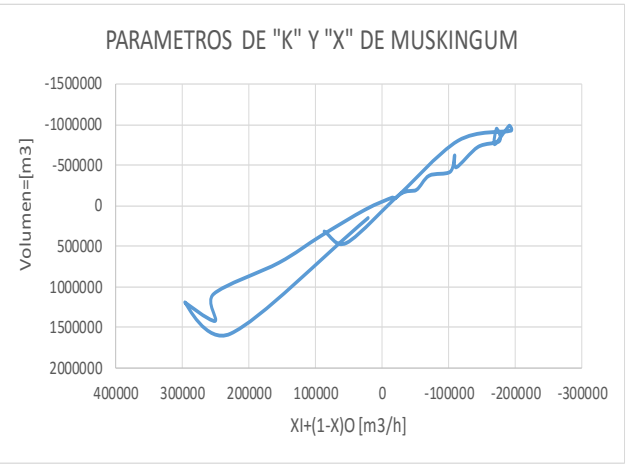
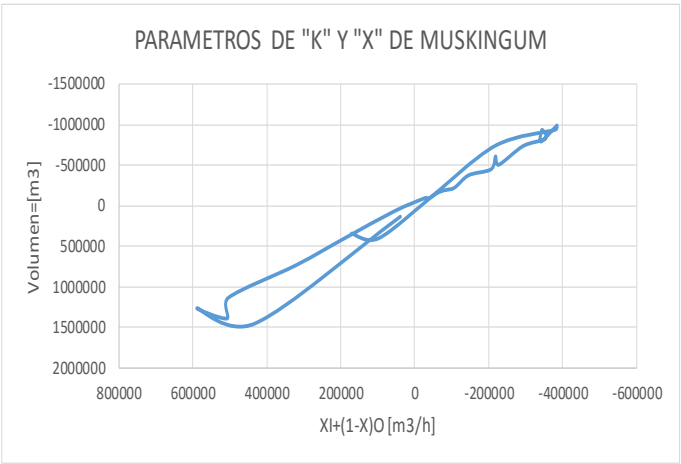
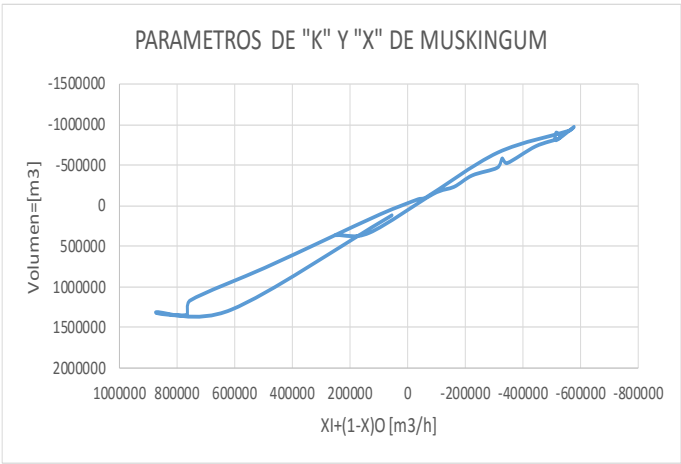
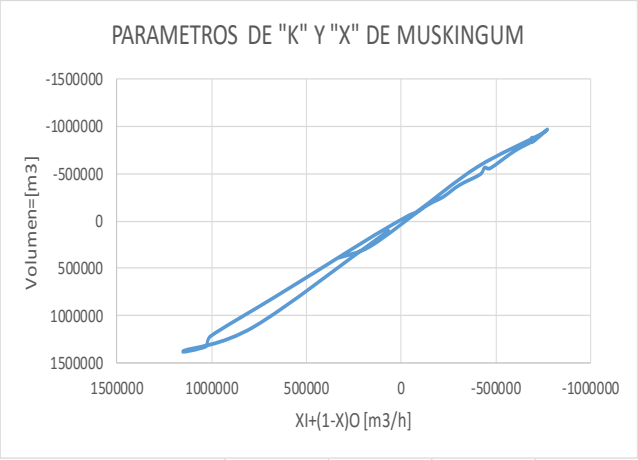


X	0.5				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
C1	0.3333	0.0000	-0.2000	-0.3333	-0.4286
C2	-0.3333	0.0000	0.2000	0.3333	0.4286

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		1	2	3	4	5
Dia 26	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000	4806000
2.00	4968000	4968000	4968000	4968000	4968000	4968000
4.00	6663600	6663600	6663600	6663600	6663600	6663600
6.00	7786800	7786800	7786800	7786800	7786800	7786800
8.00	9255600	9255600	9255600	9255600	9255600	9255600
10.00	10306800	10306800	10306800	10306800	10306800	10306800
12.00	10994400	10994400	10994400	10994400	10994400	10994400
14.00	11347200	11347200	11347200	11347200	11347200	11347200
16.00	11376000	11376000	11376000	11376000	11376000	11376000
18.00	11268000	11268000	11268000	11268000	11268000	11268000
20.00	11170800	11170800	11170800	11170800	11170800	11170800
22.00	10306800	10306800	10306800	10306800	10306800	10306800
Dia 27	9385200	9385200	9385200	9385200	9385200	9385200
2.00	8384400	8384400	8384400	8384400	8384400	8384400
4.00	7642800	7642800	7642800	7642800	7642800	7642800
6.00	6663600	6663600	6663600	6663600	6663600	6663600
8.00	5882400	5882400	5882400	5882400	5882400	5882400
10.00	5151600	5151600	5151600	5151600	5151600	5151600
12.00	4694400	4694400	4694400	4694400	4694400	4694400
14.00	4050000	4050000	4050000	4050000	4050000	4050000
16.00	3650400	3650400	3650400	3650400	3650400	3650400
18.00	3272400	3272400	3272400	3272400	3272400	3272400
20.00	3092400	3092400	3092400	3092400	3092400	3092400
22.00	2952000	2952000	2952000	2952000	2952000	2952000
Dia 28	3459600	3459600	3459600	3459600	3459600	3459600
2.00	3747600	3747600	3747600	3747600	3747600	3747600

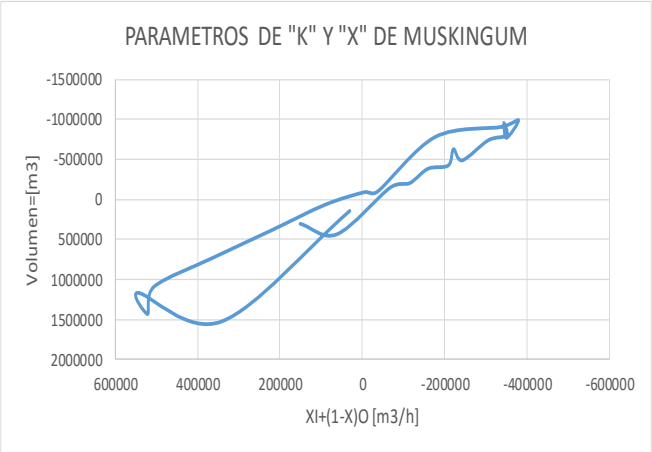
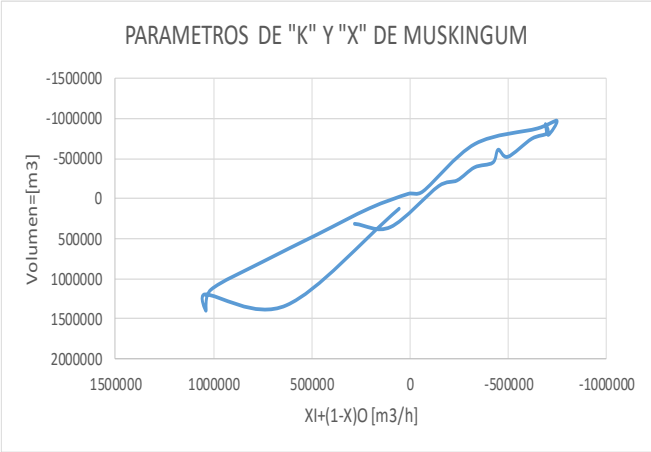
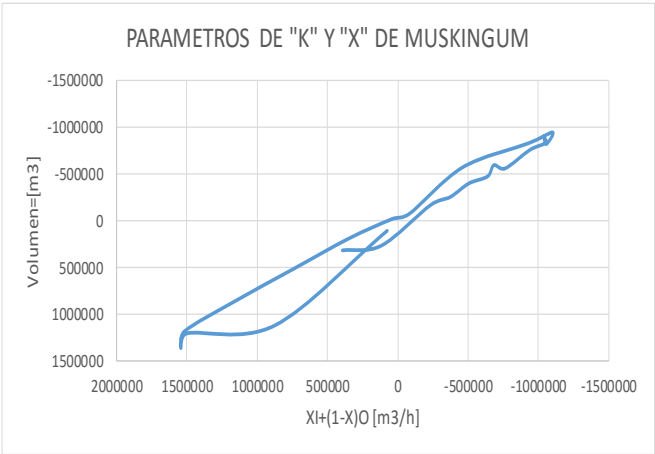
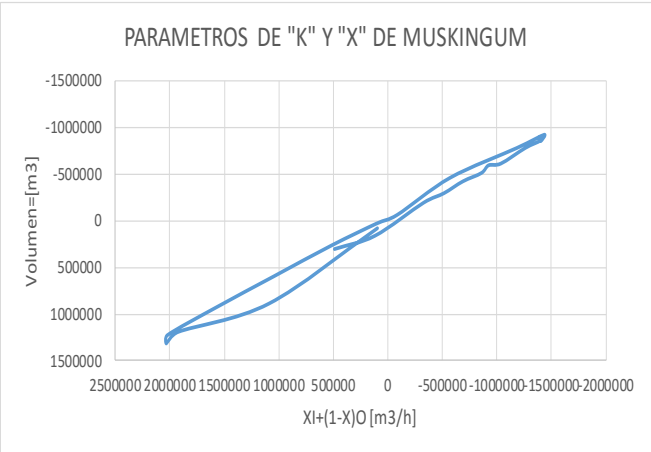
K	1
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	4806000	4806000	68210.53	100610.53	4806000	54000.00	118800.00	4806000	38117.65	135317.65	4806000	20250.00	149850.00	4806000	0.0	162000.00
2.00	4968000	4899789	778557.34	1117677.34	4914000	613200.00	1291440.00	4929882	430355.71	1447715.71	4947750	227137.50	1583617.50	4968000	0.0	1695600.00
4.00	6663600	5953253	1145886.46	1370526.46	6104400	871466.67	1320746.67	6271362	587301.93	1261221.93	6456713	295565.63	1194125.63	6663600	0.0	1123200.00
6.00	7786800	7351260	1031058.61	1324818.61	7474533	767170.37	1354690.37	7591736	506240.84	1387520.84	7698122	250108.59	1425148.59	7786800	0.0	1468800.00
8.00	9255600	8660081	1006786.39	1217026.39	8800696	754758.85	1175238.85	8944423	503604.56	1134324.56	9094170	252472.85	1093432.85	9255600	0.0	1051200.00
10.00	10306800	9895533	679137.56	816657.56	10006945	495737.91	770777.91	10114372	320258.02	732818.02	10215758	154231.79	704311.79	10306800	0.0	687600.00
12.00	10994400	10726530	402319.08	472879.08	10798517	291718.01	432838.01	10866570	188283.88	399963.88	10931211	91492.05	373732.05	10994400	0.0	352800.00
14.00	11347200	11212751	139499.00	145259.00	11251365	94786.89	106306.89	11286747	56561.67	73841.67	11318897	24826.99	47866.99	11347200	0.0	28800.00
16.00	11376000	11370950	-40689.42	-62289.42	11377048	-36931.88	-80131.88	11379892	-28616.77	-93416.77	11379476	-16106.75	-102506.75	11376000	0.0	-108000.00
18.00	11268000	11313739	-84258.45	-103698.45	11303884	-64296.46	-103176.46	11292725	-43232.34	-101552.34	11280631	-21623.31	-99383.31	11268000	0.0	-97200.00
20.00	11170800	11209319	-400281.13	-573081.13	11199213	-313255.95	-658855.95	11189307	-218535.47	-736935.47	11179792	-114744.17	-805944.17	11170800	0.0	-864000.00
22.00	10306800	10668562	-730764.15	-915084.15	10591643	-560393.78	-929033.78	10506828	-381576.09	-934536.09	10412552	-194513.96	-931793.96	10306800	0.0	-921600.00
Dia 27	9385200	9754202	-770970.31	-971130.31	9660751	-578534.02	-978854.02	9566748	-384992.45	-985472.45	9473962	-191671.51	-992311.51	9385200	0.0	-1000800.00
2.00	8384400	8786368	-693064.72	-841384.72	8687383	-516518.44	-813158.44	8587844	-342036.63	-786996.63	8487309	-169882.12	-763162.12	8384400	0.0	-741600.00
4.00	7642800	7933896	-688070.28	-883910.28	7856335	-516209.06	-907889.06	7781392	-344534.71	-932054.71	7709773	-172629.47	-955989.47	7642800	0.0	-979200.00
6.00	6663600	7060574	-705006.83	-861246.83	6966274	-529443.44	-841923.44	6869543	-353411.52	-822131.52	6769257	-176892.63	-801852.63	6663600	0.0	-781200.00
8.00	5882400	6190433	-599525.96	-745685.96	6109170	-445172.95	-737492.95	6029869	-293397.97	-731877.97	5953636	-144776.84	-729416.84	5882400	0.0	-730800.00
10.00	5151600	5443093	-468656.53	-560096.53	5370003	-346536.34	-529416.34	5297529	-227753.30	-502073.30	5225141	-112305.79	-478065.79	5151600	0.0	-457200.00
12.00	4694400	4871564	-439165.45	-568045.45	4822533	-328695.96	-586455.96	4776224	-219008.24	-605648.24	4733165	-109623.55	-625143.55	4694400	0.0	-644400.00
14.00	4050000	4312002	-416464.98	-496384.98	4250563	-311478.23	-471318.23	4187184	-206998.55	-446758.55	4120859	-103094.11	-422774.11	4050000	0.0	-399600.00
16.00	3650400	3804863	-305491.32	-381091.32	3761315	-224591.31	-375791.31	3720215	-146435.55	-373235.55	3682635	-71426.47	-373826.47	3650400	0.0	-378000.00
18.00	3272400	3423428	-218868.88	-254868.88	3386076	-161045.41	-233045.41	3349021	-105452.55	-213452.55	3311591	-51893.38	-195893.38	3272400	0.0	-180000.00
20.00	3092400	3160241	-123385.85	-151465.85	3139769	-88906.07	-145066.07	3121232	-56778.96	-141018.96	3105102	-27076.65	-139396.65	3092400	0.0	-140400.00
22.00	2952000	3007545	161104.52	262624.52	2993537	132278.45	335318.45	2979947	96419.82	400979.82	2966374	52669.16	458749.16	2952000	0.0	507600.00
Dia 28	3459600	3242950	326510.29	384110.29	3285785	250502.39	365702.39	3335233	170184.74	342984.74	3392556	86282.71	316682.71	3459600	0.0	288000.00
2.00	3747600	3637739			3670913			3701782			3728361			3747600		



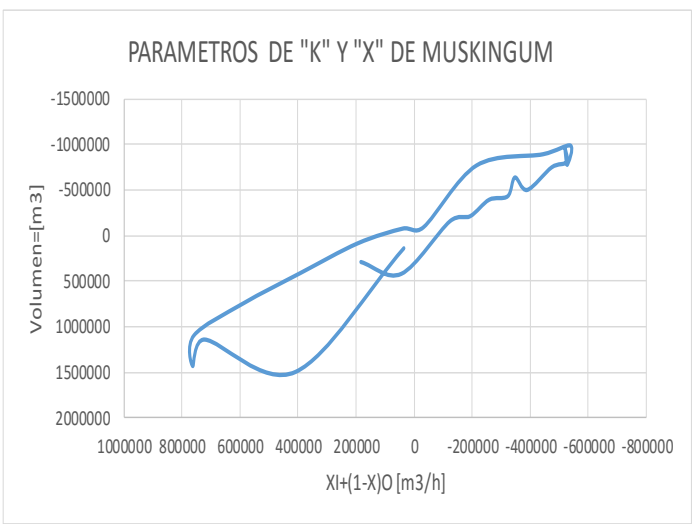
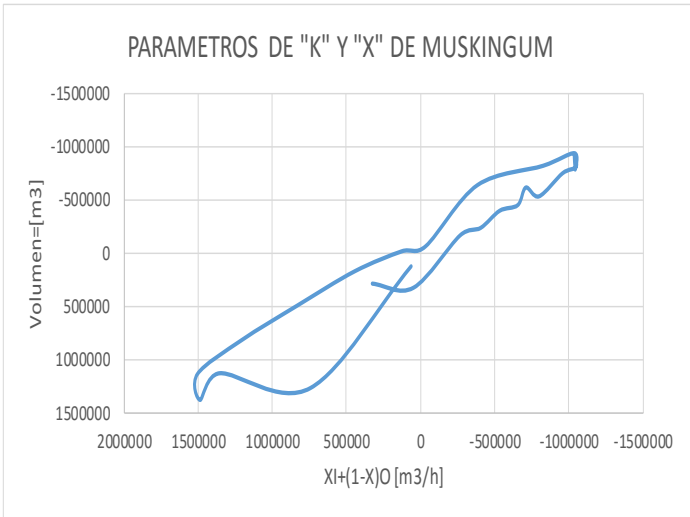
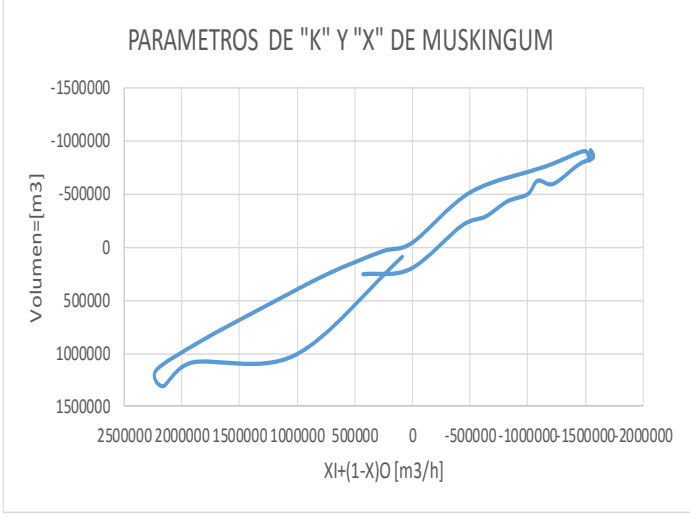
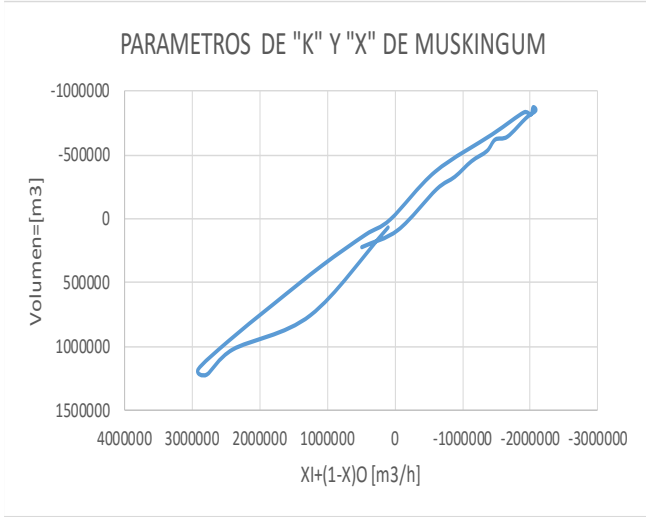
K	2
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	4806000.00	4806000	92571.43	78685.71	4806000	74769.23	102184.62	4806000	54000.00	124200.00	4806000	29454.55	144327.27	4806000	0.00	162000.00
2.00	4968000.00	4875429	1087934.69	883087.35	4893231	874608.28	1115544.14	4914000	628200.00	1331460.00	4938545	340423.14	1526691.57	4968000	0.00	1695600.00
4.00	6663600.00	5668237	1921581.34	1185430.67	5863761	1502817.30	1200688.65	6089400	1044300.00	1196070.00	6352631	543456.65	1170288.32	6663600	0.00	1123200.00
6.00	7786800.00	6860582	2030166.10	1308843.05	7083822	1543111.68	1359075.84	7316700	1038050.00	1400305.00	7554312	520677.88	1435378.94	7786800	0.00	1468800.00
8.00	9255600.00	8151652	2020047.46	1220263.73	8415467	1519179.62	1180069.81	8687650	1013008.33	1137224.17	8967410	505516.17	1093718.09	9255600	0.00	1051200.00
10.00	10306800.00	9390701	1570756.42	922898.21	9627754	1153102.99	851591.49	9861742	748434.72	786777.36	10089474	362101.47	731130.74	10306800	0.00	687600.00
12.00	10994400.00	10339743	1043301.83	592210.92	10520343	746285.31	514262.65	10691024	471539.12	447449.56	10849625	222081.95	393280.98	10994400	0.00	352800.00
14.00	11347200.00	10958555	516143.38	263831.69	11074972	348342.76	185691.38	11179037	205789.85	120174.93	11269893	89571.09	67825.54	11347200	0.00	28800.00
16.00	11376000.00	11248501	102212.39	29506.20	11299886	43832.95	-21283.53	11338373	7898.31	-60850.85	11363736	-6257.17	-89528.59	11376000	0.00	-108000.00
18.00	11268000.00	11293286	-88053.60	-63466.80	11300281	-84592.40	-81176.20	11297729	-67083.62	-91861.81	11286521	-37877.92	-96698.96	11268000	0.00	-97200.00
20.00	11170800.00	11233567	-574415.31	-460007.66	11223111	-463152.09	-577176.05	11208155	-331580.60	-684190.30	11190156	-178207.08	-780303.54	11170800	0.00	-864000.00
22.00	10306800.00	10818448	-1184461.52	-776550.76	10717641	-931004.33	-834142.16	10601026	-650463.43	-878191.72	10465651	-340855.19	-907707.59	10306800	0.00	-921600.00
Dia 27	9385200.00	10058014	-1436931.86	-918625.93	9905363	-1102108.69	-951374.35	9741438	-749210.57	-975085.29	9567205	-380514.11	-990897.05	9385200	0.00	-1000800.00
2.00	8384400.00	9148518	-1406209.10	-851424.55	8966345	-1058517.39	-825898.70	8777373	-705668.43	-797794.21	8582910	-351392.19	-768976.10	8384400	0.00	-741600.00
4.00	7642800.00	8284891	-1385088.32	-888384.16	8119372	-1038488.63	-910924.31	7955495	-691211.40	-933125.70	7795683	-344817.47	-955768.74	7642800	0.00	-979200.00
6.00	6663600.00	7406597	-1401682.38	-857081.19	7225517	-1052143.53	-838551.76	7042116	-702001.90	-819720.95	6855535	-351419.77	-800669.89	6663600	0.00	-781200.00
8.00	5882400.00	6541085	-1264480.68	-778400.34	6372627	-940648.51	-762644.25	6205886	-621000.32	-748980.16	6041885	-306856.34	-738068.17	5882400	0.00	-730800.00
10.00	5151600.00	5757396	-1040137.34	-611508.67	5602022	-765380.42	-565570.21	5449114	-499500.05	-524070.03	5298971	-243896.03	-487708.02	5151600	0.00	-457200.00
12.00	4694400.00	5128742	-926667.81	-592213.91	5009359	-685057.02	-600288.51	4896386	-450450.01	-611865.00	4790925	-222463.28	-626751.64	4694400	0.00	-644400.00
14.00	4050000.00	4542326	-861333.66	-510586.83	4420098	-639936.24	-479808.12	4298464	-423075.00	-451297.50	4175939	-210042.12	-424701.06	4050000	0.00	-399600.00
16.00	3650400.00	4019407	-690438.19	-420819.09	3920238	-506569.90	-404484.95	3825011	-329712.50	-391656.25	3734504	-160476.56	-382638.28	3650400	0.00	-378000.00
18.00	3272400.00	3593831	-516125.20	-294062.60	3509132	-374439.21	-259219.60	3427502	-240952.08	-228476.04	3348773	-116043.32	-202021.66	3272400	0.00	-180000.00
20.00	3092400.00	3287094	-330550.06	-193355.03	3230107	-234285.97	-173302.99	3178250	-146958.68	-157719.34	3132070	-68803.94	-146721.97	3092400	0.00	-140400.00
22.00	2952000.00	3087856	115385.70	159212.85	3048579	115410.93	260745.46	3013108	97906.89	353513.44	2981134	60508.73	436334.37	2952000	0.00	507600.00
Dia 28	3459600.00	3208359	487595.91	301397.96	3247610	393833.29	312116.65	3300585	281517.81	313558.91	3369958	150155.34	305477.67	3459600	0.00	288000.00
2.00	3747600.00	3511245			3565756			3625097			3687087			3747600		



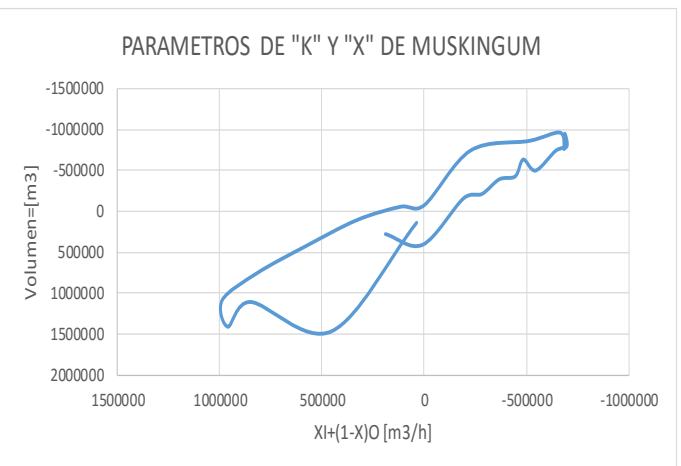
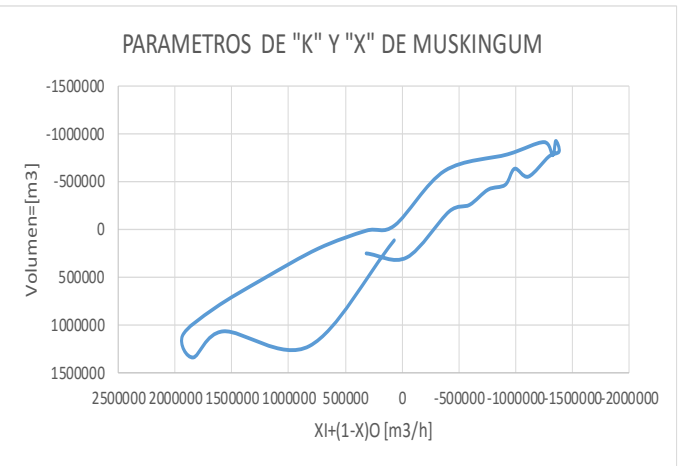
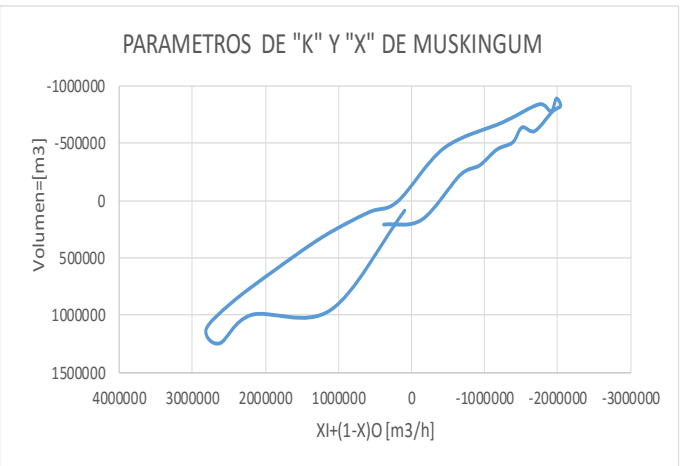
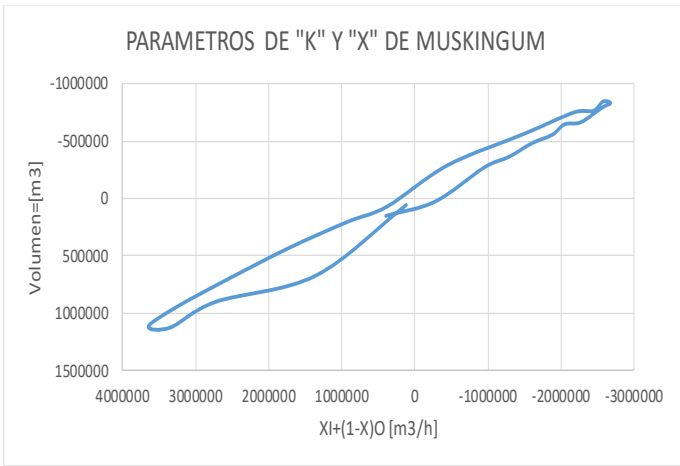
K	3
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	4806000.00	4806000	105081.08	67427.03	4806000	85764.71	93388.24	4806000	62709.68	118103.23	4806000	34714.29	141171.43	4806000	0.00	162000.00
2.00	4968000.00	4862919	1253210.23	756856.74	4882235	1018750.17	1017823.39	4905290	741322.79	1264467.60	4933286	407975.51	1492471.84	4968000	0.00	1695600.00
4.00	6663600.00	5515471	2404210.10	1026043.37	5730615	1911791.25	1086543.75	5984987	1354198.41	1125319.47	6290339	720593.00	1138757.67	6663600	0.00	1123200.00
6.00	7786800.00	6530719	2785934.37	1222404.79	6807994	2159443.45	1307334.48	7111215	1483876.85	1375905.62	7439468	761312.29	1428810.76	7786800	0.00	1468800.00
8.00	9255600.00	7725747	2914618.50	1181779.50	8074962	2223300.25	1161580.08	8447308	1502020.82	1131393.61	8841619	757517.80	1093465.93	9255600	0.00	1051200.00
10.00	10306800.00	8922035	2467019.31	959859.77	9264137	1836017.75	887045.92	9613071	1206059.00	814579.67	9963263	589033.66	746424.55	10306800	0.00	687600.00
12.00	10994400.00	9912146	1808349.41	673343.14	10201045	1306807.31	576722.44	10482070	830691.90	488577.30	10748904	391238.19	412652.73	10994400	0.00	352800.00
14.00	11347200.00	10621105	1078387.57	365222.52	10833748	740120.66	258226.89	11028838	442477.77	164772.59	11201458	193553.77	87557.92	11347200	0.00	28800.00
16.00	11376000.00	11023708	444102.40	126434.13	11149331	262826.15	44408.72	11251884	126350.18	-22683.27	11328188	38329.65	-73623.45	11376000	0.00	-108000.00
18.00	11268000.00	11176190	70944.34	4208.11	11231842	-412.76	-39017.59	11265765	-34598.32	-69852.77	11277482	-33020.10	-88766.70	11268000	0.00	-97200.00
20.00	11170800.00	11191666	-590885.03	-369761.68	11207370	-509040.55	-515280.18	11207633	-384354.24	-646518.08	11194338	-215405.74	-763001.91	11170800	0.00	-864000.00
22.00	10306800.00	10876819	-1429714.74	-660891.58	10779270	-1154922.58	-753614.19	10654321	-827583.76	-828821.25	10498668	-444173.07	-885337.69	10306800	0.00	-921600.00
Dia 27	9385200.00	10244895	-1903858.13	-834779.38	10067652	-1493297.53	-898085.84	9865262	-1037813.59	-946417.86	9637505	-538849.45	-980256.48	9385200	0.00	-1000800.00
2.00	8384400.00	9428563	-2004951.03	-816637.01	9195245	-1537334.28	-809084.76	8942151	-1042733.86	-792537.95	8670944	-527328.41	-769056.14	8384400	0.00	-741600.00
4.00	7642800.00	8603588	-2037388.31	-874969.44	8369289	-1544031.76	-906357.25	8127783	-1036118.46	-932892.82	7883584	-519408.12	-956496.04	7642800	0.00	-979200.00
6.00	6663600.00	7740200	-2077978.41	-848899.47	7481143	-1567754.25	-835064.75	7214736	-1049100.10	-818420.03	6942224	-525630.89	-800170.30	6663600	0.00	-781200.00
8.00	5882400.00	6883778	-1935503.60	-791327.87	6632612	-1446016.46	-774325.49	6380364	-957551.65	-757663.88	6129407	-474180.25	-742700.08	5882400	0.00	-730800.00
10.00	5151600.00	6085725	-1659880.03	-644733.34	5847405	-1224359.72	-590999.91	5611187	-799647.36	-540869.12	5378773	-390051.50	-495777.17	5151600	0.00	-457200.00
12.00	4694400.00	5420155	-1477198.93	-621279.64	5222955	-1087348.12	-620209.37	5034460	-710171.64	-623363.88	4857278	-347500.43	-631353.48	4694400	0.00	-644400.00
14.00	4050000.00	4801444	-1355902.21	-531887.40	4608793	-1000437.46	-493319.15	4420112	-656125.42	-458468.47	4234622	-323000.12	-427346.71	4050000	0.00	-399600.00
16.00	3650400.00	4254858	-1127371.29	-451390.43	4092044	-823615.43	-425738.48	3936414	-533825.15	-404741.72	3788778	-258914.32	-388704.77	3650400	0.00	-378000.00
18.00	3272400.00	3795313	-879927.35	-329309.12	3654371	-634547.53	-283515.84	3520211	-405421.83	-243140.61	3392937	-193546.95	-208515.65	3272400	0.00	-180000.00
20.00	3092400.00	3449414	-612117.97	-232119.32	3344976	-430907.81	-199795.94	3250010	-267885.16	-173535.05	3165410	-123956.27	-153638.76	3092400	0.00	-140400.00
22.00	2952000.00	3207104	-43059.61	87166.80	3130331	16967.37	208695.79	3062275	47085.91	320255.30	3002946	43269.64	420503.21	2952000	0.00	507600.00
Dia 28	3459600.00	3247556	496280.72	223026.91	3264301	428186.57	257928.86	3302239	324682.10	281027.37	3365385	182848.47	291349.49	3459600	0.00	288000.00
2.00	3747600.00	3463363			3514712			3580278			3658967			3747600		



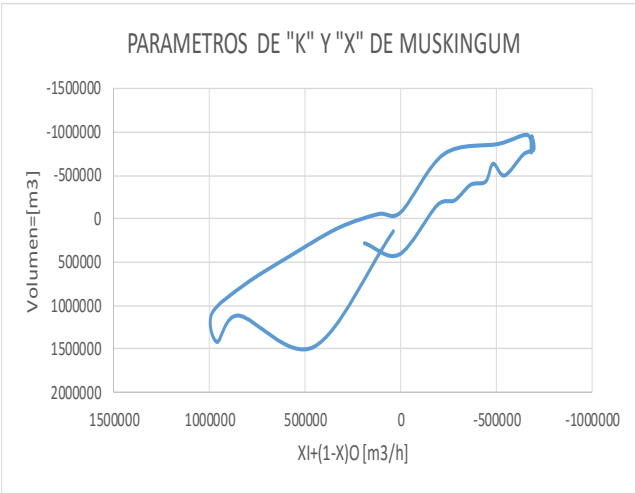
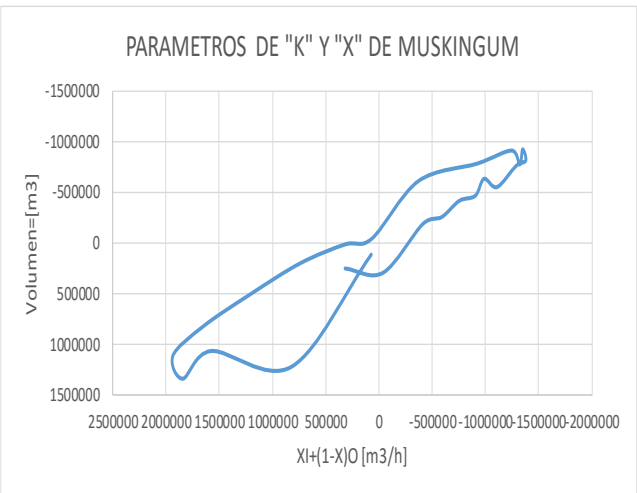
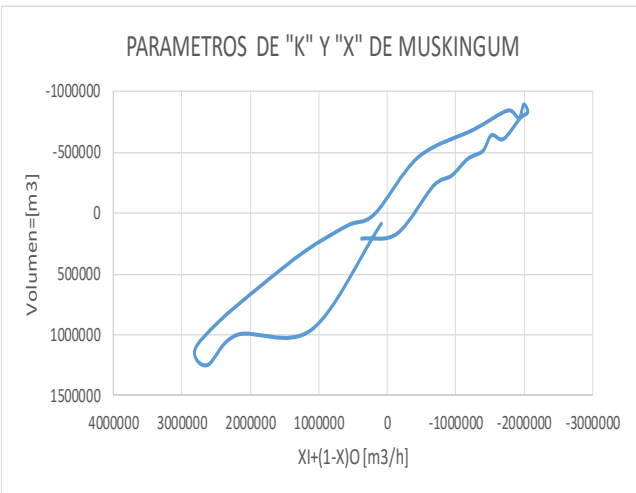
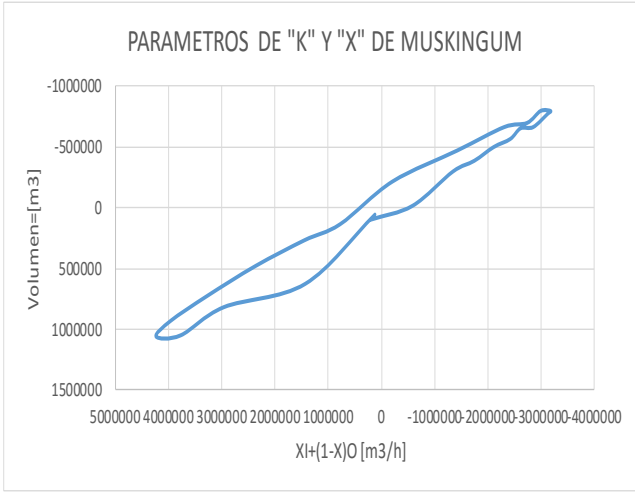
K	4
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	4806000.00	4806000	112695.65	60573.91	4806000	92571.43	87942.86	4806000	68210.53	114252.63	4806000	38117.65	139129.41	4806000	0.00	162000.00
2.00	4968000.00	4855304	1355941.02	678105.26	4875429	1109975.51	955733.88	4899789	814457.62	1220974.40	4929882	452777.85	1469674.46	4968000	0.00	1695600.00
4.00	6663600.00	5420355	2727305.79	906466.45	5646196	2192158.60	997319.65	5917353	1572658.87	1067084.72	6248940	849685.00	1110981.25	6663600	0.00	1123200.00
6.00	7786800.00	6302740	3344651.10	1129922.78	6612045	2629416.41	1244874.10	6960388	1836312.10	1340358.02	7351775	959752.65	1414978.16	7786800	0.00	1468800.00
8.00	9255600.00	7395009	3643498.45	1121114.61	7800938	2817313.36	1124808.34	8245700	1930884.68	1113441.17	8730872	988133.44	1087993.36	9255600	0.00	1051200.00
10.00	10306800.00	8523892	3268968.69	954762.17	8944149	2469335.57	892373.89	9385816	1646755.90	824248.97	9843394	816007.89	754081.97	10306800	0.00	687600.00
12.00	10994400.00	9508339	2571434.48	713418.62	9887716	1887975.77	613113.94	10268628	1218105.43	516206.36	10641798	580803.25	427440.81	10994400	0.00	352800.00
14.00	11347200.00	10261826	1718880.36	435480.09	10565908	1206996.83	313269.21	10854866	737670.99	201697.75	11118999	328942.51	105275.63	11347200	0.00	28800.00
16.00	11376000.00	10742493	916445.42	207511.35	10950295	586979.29	103544.82	11130663	316075.73	14218.93	11275258	116811.62	-57197.09	11376000	0.00	-108000.00
18.00	11268000.00	10985061	375243.06	74370.77	11106726	190208.20	8672.05	11197261	63320.08	-42489.98	11251930	-183.45	-77805.86	11268000	0.00	-97200.00
20.00	11170800.00	11078496	-456566.96	-286941.74	11141866	-449624.28	-458006.07	11178219	-374722.07	-612080.52	11187054	-226240.24	-747760.06	11170800	0.00	-864000.00
22.00	10306800.00	10855671	-1500216.11	-559374.03	10785358	-1255860.33	-682605.08	10674104	-929331.50	-785292.88	10516787	-513298.92	-865604.73	10306800	0.00	-921600.00
Dia 27	9385200.00	10336545	-2185269.98	-746477.49	10162502	-1756345.89	-839406.47	9947228	-1249641.24	-912890.31	9688512	-663687.79	-966561.95	9385200	0.00	-1000800.00
2.00	8384400.00	9618325	-2447256.94	-760134.24	9363444	-1915647.85	-775551.96	9072013	-1325577.43	-776354.36	8744776	-683259.68	-764094.92	8384400	0.00	-741600.00
4.00	7642800.00	8856132	-2580310.45	-840917.61	8579404	-1986748.87	-888367.22	8280764	-1352452.47	-925633.12	7965684	-686236.34	-954919.08	7642800	0.00	-979200.00
6.00	6663600.00	8030579	-2683062.43	-827005.61	7713745	-2046620.84	-824135.21	7378088	-1381856.43	-814184.11	7026952	-696779.67	-799154.92	6663600	0.00	-781200.00
8.00	5882400.00	7198484	-2568339.63	-788244.91	6878876	-1936039.49	-776329.87	6549768	-1291195.15	-761278.79	6215827	-642673.98	-745308.50	5882400	0.00	-730800.00
10.00	5151600.00	6403856	-2278105.01	-660966.25	6091164	-1692973.06	-606123.27	5775427	-1111829.28	-552277.32	5460847	-544159.87	-501799.97	5151600	0.00	-457200.00
12.00	4694400.00	5720249	-2053955.01	-642368.75	5447809	-1516281.13	-636830.28	5182402	-990487.55	-634261.89	4929313	-483265.83	-636336.46	4694400	0.00	-644400.00
14.00	4050000.00	5078106	-1887191.96	-551717.99	4812872	-1390813.92	-507543.48	4552485	-908757.26	-466949.32	4298353	-444638.87	-430839.72	4050000	0.00	-399600.00
16.00	3650400.00	4509486	-1607612.85	-477503.21	4278342	-1172864.44	-444416.11	4056672	-757874.49	-416268.62	3846686	-366051.30	-393912.83	3650400	0.00	-378000.00
18.00	3272400.00	4020927	-1296824.65	-360206.16	3817322	-933214.70	-305303.68	3624003	-593940.55	-256485.14	3442165	-282021.12	-214505.28	3272400	0.00	-180000.00
20.00	3092400.00	3640698	-955874.80	-267048.70	3480693	-671912.46	-224138.12	3334738	-416245.52	-188301.38	3204656	-191514.58	-160198.65	3092400	0.00	-140400.00
22.00	2952000.00	3359577	-284833.58	30311.60	3235620	-142125.58	167508.61	3125907	-42558.41	293920.40	3031258	7541.06	407965.26	2952000	0.00	507600.00
Dia 28	3459600.00	3336857	392467.97	155716.99	3318106	380181.84	210245.46	3328251	314830.23	251507.56	3372801	190305.14	277976.29	3459600	0.00	288000.00
2.00	3747600.00	3477875			3508912			3564119			3644094			3747600		



K	5
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	4806000.00	4806000	117818.18	55963.64	4806000	92571.43	87942.86	4806000	68210.53	114252.63	4806000	38117.65	139129.41	4806000	0.00	162000.00
2.00	4968000.00	4850182	1425957.02	624311.40	4875429	1109975.51	955733.88	4899789	814457.62	1220974.40	4929882	452777.85	1469674.46	4968000	0.00	1695600.00
4.00	6663600.00	5355461	2957463.56	816132.71	5646196	2192158.60	997319.65	5917353	1572658.87	1067084.72	6248940	849685.00	1110981.25	6663600	0.00	1123200.00
6.00	7786800.00	6137475	3767113.18	1047182.64	6612045	2629416.41	1244874.10	6960388	1836312.10	1340358.02	7351775	959752.65	1414978.16	7786800	0.00	1468800.00
8.00	9255600.00	7137812	4229981.11	1056236.22	7800938	2817313.36	1124808.34	8245700	1930884.68	1113441.17	8730872	988133.44	1087993.36	9255600	0.00	1051200.00
10.00	10306800.00	8194607	3956387.98	928797.60	8944149	2469335.57	892373.89	9385816	1646755.90	824248.97	9843394	816007.89	754081.97	10306800	0.00	687600.00
12.00	10994400.00	9150205	3274355.99	725431.20	9887716	1887975.77	613113.94	10268628	1218105.43	516206.36	10641798	580803.25	427440.81	10994400	0.00	352800.00
14.00	11347200.00	9917039	2361208.36	478001.67	10565908	1206996.83	313269.21	10854866	737670.99	201697.75	11118999	328942.51	105275.63	11347200	0.00	28800.00
16.00	11376000.00	10444952	1444987.14	267397.43	10950295	586979.29	103544.82	11130663	316075.73	14218.93	11275258	116811.62	-57197.09	11376000	0.00	-108000.00
18.00	11268000.00	10754061	770300.90	134620.18	11106726	190208.20	8672.05	11197261	63320.08	-42489.98	11251930	-183.45	-77805.86	11268000	0.00	-97200.00
20.00	11170800.00	10914439	-208863.06	-214572.61	11141866	-449624.28	-458006.07	11178219	-374722.07	-612080.52	11187054	-226240.24	-747760.06	11170800	0.00	-864000.00
22.00	10306800.00	10772025	-1431531.04	-470626.21	10785358	-1255860.33	-682605.08	10674104	-929331.50	-785292.88	10516787	-513298.92	-865604.73	10306800	0.00	-921600.00
Dia 27	9385200.00	10351507	-2309083.39	-661976.68	10162502	-1756345.89	-839406.47	9947228	-1249641.24	-912890.31	9688512	-663687.79	-966561.95	9385200	0.00	-1000800.00
2.00	8384400.00	9727177	-2736616.70	-695643.34	9363444	-1915647.85	-775551.96	9072013	-1325577.43	-776354.36	8744776	-683259.68	-764094.92	8384400	0.00	-741600.00
4.00	7642800.00	9036640	-2992974.26	-794434.85	8579404	-1986748.87	-888367.22	8280764	-1352452.47	-925633.12	7965684	-686236.34	-954919.08	7642800	0.00	-979200.00
6.00	6663600.00	8262734	-3184910.90	-793222.18	7713745	-2046620.84	-824135.21	7378088	-1381856.43	-814184.11	7026952	-696779.67	-799154.92	6663600	0.00	-781200.00
8.00	5882400.00	7468176	-3126397.84	-771439.57	6878876	-1936039.49	-776329.87	6549768	-1291195.15	-761278.79	6215827	-642673.98	-745308.50	5882400	0.00	-730800.00
10.00	5151600.00	6692221	-2853525.90	-662145.18	6091164	-1692973.06	-606123.27	5775427	-1111829.28	-552277.32	5460847	-544159.87	-501799.97	5151600	0.00	-457200.00
12.00	4694400.00	6007305	-2617043.75	-652288.75	5447809	-1516281.13	-636830.28	5182402	-990487.55	-634261.89	4929313	-483265.83	-636336.46	4694400	0.00	-644400.00
14.00	4050000.00	5354139	-2424664.21	-564852.84	4812872	-1390813.92	-507543.48	4552485	-908757.26	-466949.32	4298353	-444638.87	-430839.72	4050000	0.00	-399600.00
16.00	3650400.00	4770925	-2108495.40	-497299.08	4278342	-1172864.44	-444416.11	4056672	-757874.49	-416268.62	3846686	-366051.30	-393912.83	3650400	0.00	-378000.00
18.00	3272400.00	4260370	-1747587.98	-385517.60	3817322	-933214.70	-305303.68	3624003	-593940.55	-256485.14	3442165	-282021.12	-214505.28	3272400	0.00	-180000.00
20.00	3092400.00	3852018	-1345119.63	-297103.93	3480693	-671912.46	-224138.12	3334738	-416245.52	-188301.38	3204656	-191514.58	-160198.65	3092400	0.00	-140400.00
22.00	2952000.00	3537502	-588930.67	-16266.13	3235620	-142125.58	167508.61	3125907	-42558.41	293920.40	3031258	7541.06	407965.26	2952000	0.00	507600.00
Dia 28	3459600.00	3463029	203844.12	98368.82	3318106	380181.84	210245.46	3328251	314830.23	251507.56	3372801	190305.14	277976.29	3459600	0.00	288000.00
2.00	3747600.00	3540327			3508912			3564119			3644094			3747600		



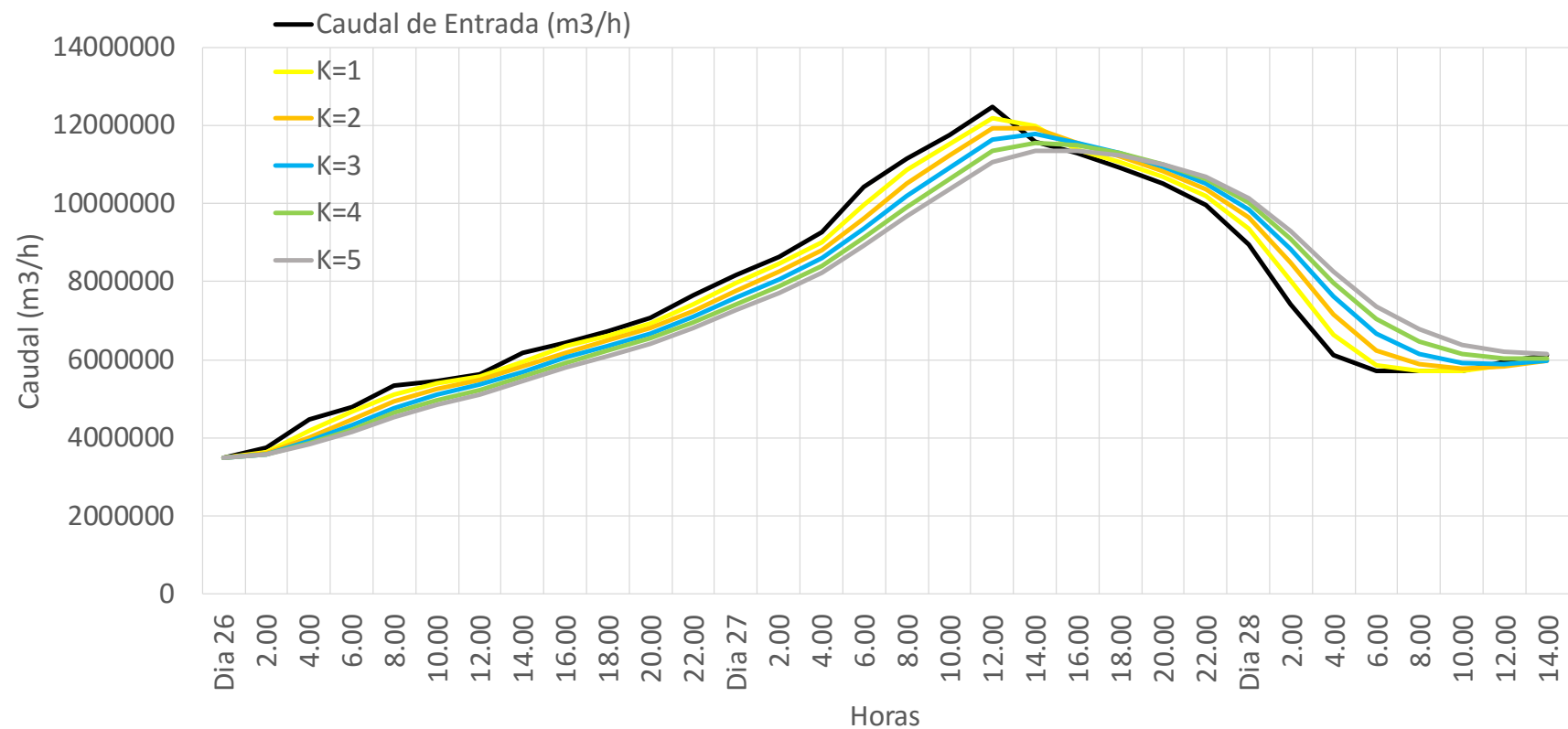
ANEXO03
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS “K” “X”
ESTACION PUENTES SANCHEZ CERRO

X	0.1				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.5789	0.4286	0.3514	0.3043	0.2727
C1	0.4737	0.2857	0.1892	0.1304	0.0909
C2	-0.0526	0.2857	0.4595	0.5652	0.6364

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		K=1	K=2	K=3	K=4	K=5
Dia 26	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600
2.00	3751200	3643579	3605143	3585405	3573391	3565309
4.00	4471200	4173706	4018041	3927997	3869830	3829269
6.00	4780800	4666100	4474412	4330399	4225521	4147135
8.00	5324400	5101553	4926232	4764853	4632390	4525813
10.00	5450400	5409076	5264638	5111581	4971612	4850572
12.00	5634000	5558870	5476011	5359235	5235659	5118764
14.00	6170400	5948502	5818746	5696221	5572103	5452413
16.00	6440400	6338395	6185642	6047399	5914406	5787136
18.00	6724800	6610421	6489498	6359756	6229656	6102250
20.00	7063200	6926736	6802599	6675975	6547927	6420923
22.00	7653600	7412193	7241771	7092723	6951646	6815496
Dia 27	8172000	7966432	7758106	7578040	7414617	7261643
2.00	8625600	8445430	8248145	8058473	7881966	7716391
4.00	9266400	9006072	8792384	8590174	8400311	8221776
6.00	10418400	9947049	9624681	9360458	9127480	8915821
8.00	11142000	10862134	10501737	10186557	9908976	9659559
10.00	11750400	11508961	11219811	10916775	10630239	10364556
12.00	12484800	12188286	11913546	11625415	11340778	11068790
14.00	11577600	11975185	11932785	11771202	11562075	11336285
16.00	11278800	11383685	11551024	11561568	11477886	11342545
18.00	10926000	11069027	11205378	11284764	11283953	11223147
20.00	10522800	10685041	10833022	10949173	11005608	11005130
22.00	9946800	10180787	10364578	10516323	10620387	10672646
Dia 28	8946000	9355074	9637251	9856840	10022932	10135757
2.00	7416000	8038680	8487786	8826927	9089048	9285845
4.00	6112800	6628743	7163710	7606382	7965010	8250483
6.00	5724000	5860550	6246432	6662435	7041371	7367108
8.00	5724000	5716813	5873266	6155173	6468601	6769614
10.00	5724000	5724378	5766647	5922106	6144861	6389391
12.00	5940000	5849033	5828756	5890914	6027617	6206340
14.00	6112800	6044830	5982273	5978160	6042114	6156616

ESTACIÓN PUENTE SANCHEZ CERRO X=0.1

CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA

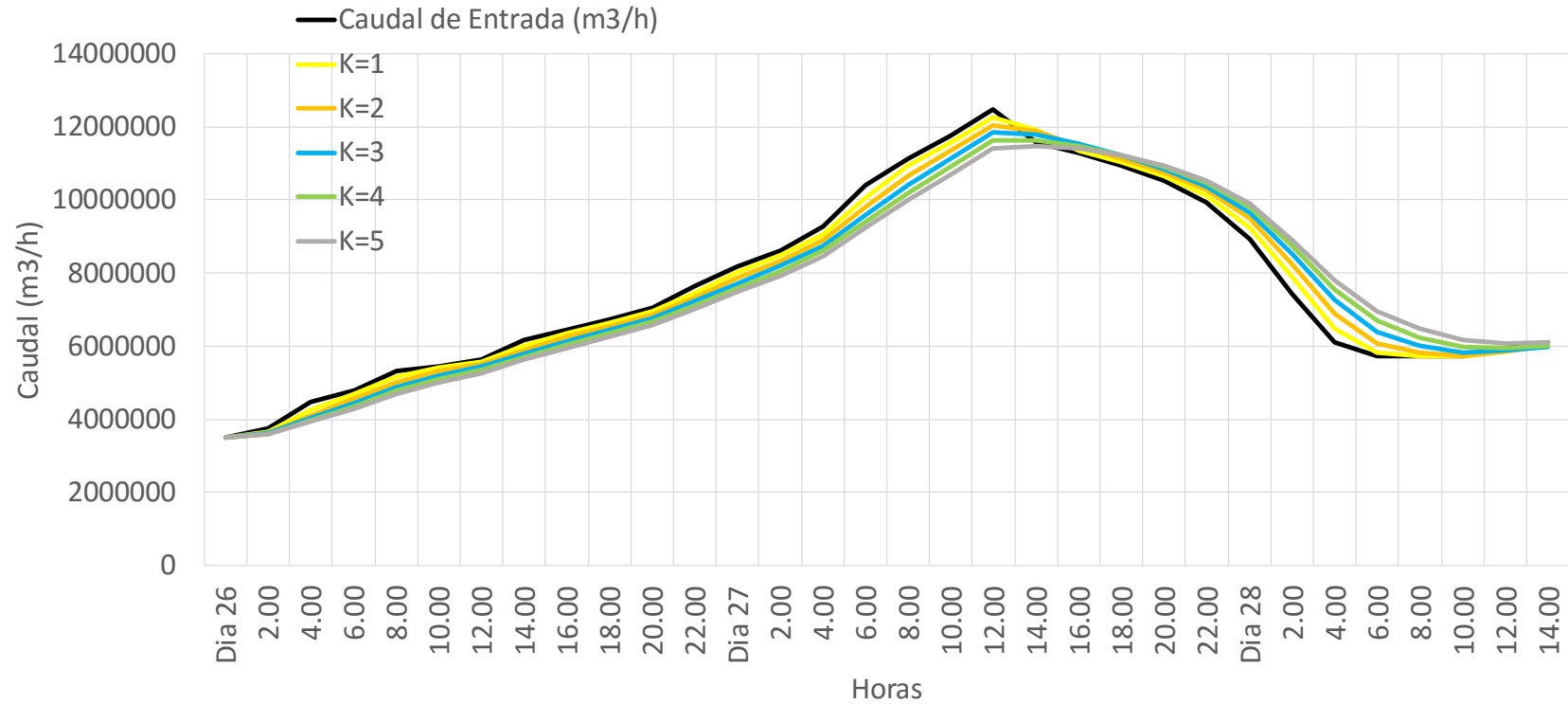


X	0.2				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.6667	0.5385	0.4706	0.4286	0.4000
C1	0.4444	0.2308	0.1176	0.0476	0.0000
C2	-0.1111	0.2308	0.4118	0.5238	0.6000

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		K=1	K=2	K=3	K=4	K=5
Dia 26	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600
2.00	3751200	3666000	3633231	3615882	3605143	3597840
4.00	4471200	4240667	4111669	4034304	3983265	3947184
6.00	4780800	4703215	4554939	4436996	4348301	4280630
8.00	5324400	5151821	5021386	4895045	4787224	4698138
10.00	5450400	5427575	5322320	5206901	5097022	4999043
12.00	5634000	5575336	5519705	5436536	5343983	5253026
14.00	6170400	5998118	5896455	5805115	5711972	5619975
16.00	6440400	6369542	6252567	6147047	6045985	5948145
18.00	6724800	6637873	6550192	6453443	6355688	6258807
20.00	7063200	6960059	6866721	6772312	6676484	6580564
22.00	7653600	7468260	7335766	7221258	7113663	7009779
Dia 27	8172000	8019793	7859392	7719530	7592947	7474667
2.00	8625600	8491312	8344106	8199148	8063087	7935040
4.00	9266400	9067721	8905686	8751555	8605579	8467584
6.00	10418400	10056475	9803466	9596523	9413970	9247911
8.00	11142000	10941014	10666123	10420498	10202384	10005546
10.00	11750400	11569932	11359782	11131217	10910563	10703488
12.00	12484800	12260052	12055704	11841042	11625228	11416013
14.00	11577600	11904972	11897285	11792806	11645748	11480648
16.00	11278800	11342025	11490481	11525602	11485240	11399909
18.00	10926000	11036575	11137680	11214401	11235735	11210345
20.00	10522800	10644914	10757742	10855012	10915442	10935327
22.00	9946800	10125232	10266863	10388534	10481613	10539916
Dia 28	8946000	9259774	9481768	9657726	9798026	9902350
2.00	7416000	7891136	8245793	8519064	8736585	8907810
4.00	6112800	6494407	6905768	7256932	7549221	7789806
6.00	5724000	5811199	6086439	6400949	6698582	6963484
8.00	5724000	5714311	5807640	6002744	6234495	6467690
10.00	5724000	5725077	5743301	5838777	5991402	6170214
12.00	5940000	5867880	5844762	5872908	5956639	6078128
14.00	6112800	6063213	6011068	5993692	6022773	6091997

ESTACIÓN PUENTE SANCHEZ CERRO X=0.2

CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA

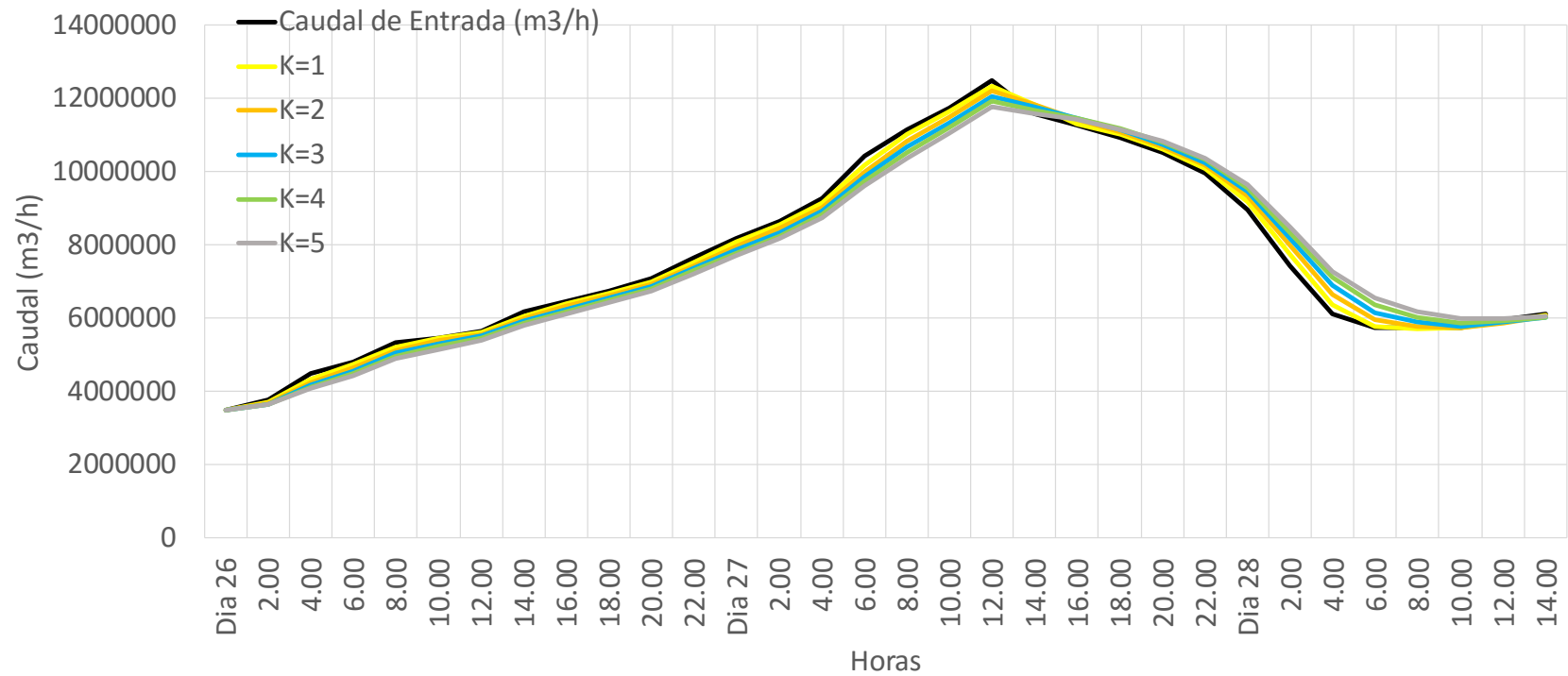


X	0.3				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.7647	0.6667	0.6129	0.5789	0.5556
C1	0.4118	0.1667	0.0323	-0.0526	-0.1111
C2	-0.1765	0.1667	0.3548	0.4737	0.5556

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		K=1	K=2	K=3	K=4	K=5
Dia 26	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600
2.00	3751200	3691059	3666000	3652258	3643579	3637600
4.00	4471200	4312401	4217000	4157382	4117064	4088089
6.00	4780800	4735976	4635233	4549600	4482693	4430360
8.00	5324400	5204404	5118939	5031935	4954307	4888111
10.00	5450400	5441929	5374156	5297848	5222040	5152017
12.00	5634000	5592295	5560093	5508798	5448524	5386632
14.00	6170400	6051548	5979282	5918335	5856690	5794573
16.00	6440400	6397844	6318547	6246441	6178117	6111607
18.00	6724800	6665392	6609691	6545886	6480813	6415737
20.00	7063200	6994060	6931215	6868721	6805143	6741099
22.00	7653600	7526883	7434803	7356049	7282773	7212255
Dia 27	8172000	8072385	7962734	7865747	7778071	7696408
2.00	8625600	8536450	8439522	8341342	8248013	8159782
4.00	9266400	9131356	9021787	8917483	8817732	8722812
6.00	10418400	10171172	9993631	9848655	9720821	9604407
8.00	11142000	11015370	10830005	10659729	10506894	10368182
10.00	11750400	11629594	11495601	11343762	11193392	11050101
12.00	12484800	12333319	12197533	12056225	11911733	11769345
14.00	11577600	11817791	11832122	11776699	11688126	11583325
16.00	11278800	11306719	11420820	11465113	11456965	11414781
18.00	10926000	11004085	11067270	11128679	11158941	11158345
20.00	10522800	10603891	10680745	10750796	10802909	10831080
22.00	9946800	10068019	10165124	10250669	10322010	10374067
Dia 28	8946000	9160091	9315987	9441231	9545120	9628170
2.00	7416000	7738219	7987665	8183985	8344004	8474984
4.00	6112800	6362573	6642477	6889775	7101097	7280324
6.00	5724000	5771405	5941880	6150204	6355846	6545425
8.00	5724000	5715634	5760313	5875234	6023295	6180347
10.00	5724000	5725476	5730052	5777664	5865772	5977526
12.00	5940000	5888916	5869009	5875429	5916208	5984848
14.00	6112800	6081156	6043368	6022997	6028772	6060915

ESTACIÓN PUENTE SANCHEZ CERRO X=0.3

CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA

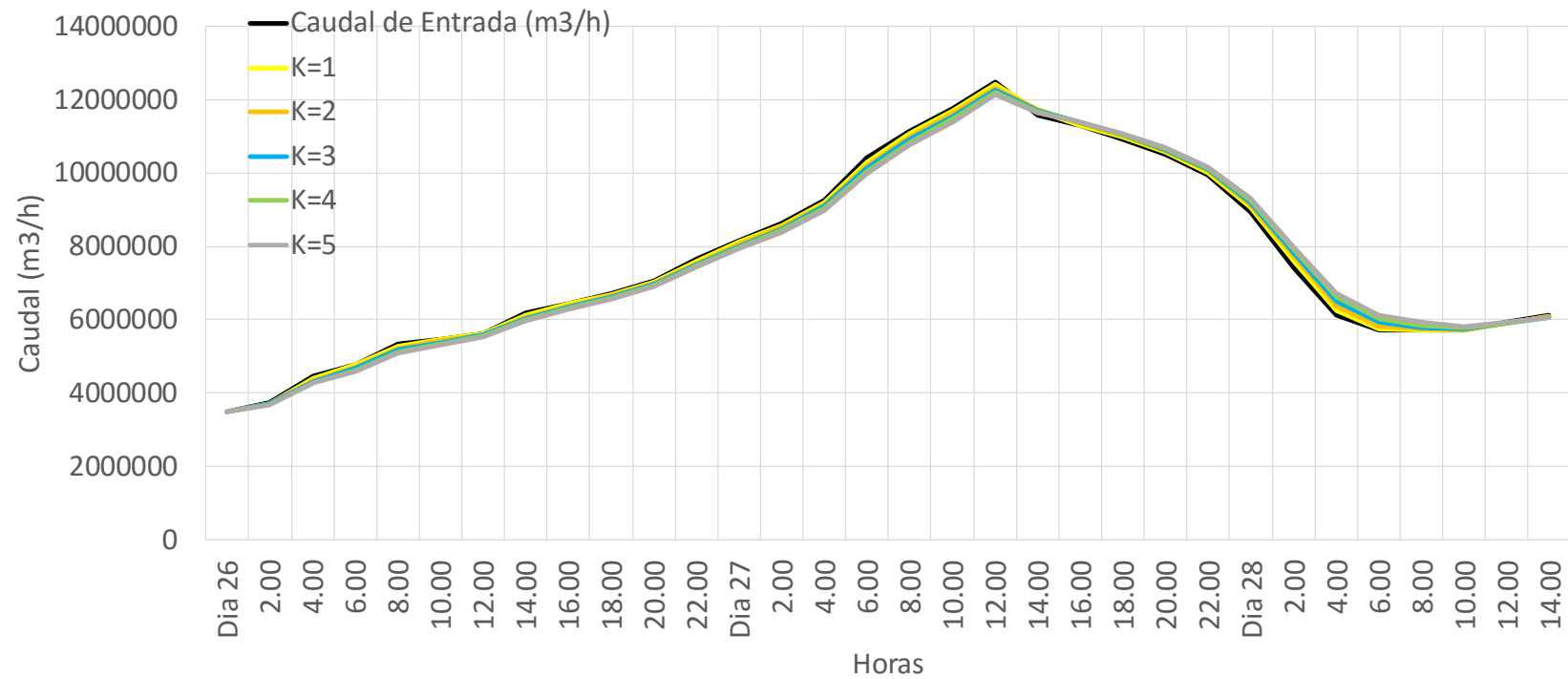


X	0.4				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	0.8750	0.8182	0.7857	0.7647	0.7500
C1	0.3750	0.0909	-0.0714	-0.1765	-0.2500
C2	-0.2500	0.0909	0.2857	0.4118	0.5000

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		K=1	K=2	K=3	K=4	K=5
Dia 26	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600
2.00	3751200	3719250	3704727	3696429	3691059	3687300
4.00	4471200	4389188	4336066	4301265	4277024	4259250
6.00	4780800	4762603	4712224	4665904	4627998	4597425
8.00	5324400	5260999	5219329	5175087	5133576	5096813
10.00	5450400	5450500	5417939	5380739	5342178	5305106
12.00	5634000	5611025	5597667	5574754	5546238	5515453
14.00	6170400	6109094	6069570	6038530	6008051	5977027
16.00	6440400	6421977	6382143	6344866	6310021	6276213
18.00	6724800	6693856	6667795	6636562	6604197	6571607
20.00	7063200	7028636	6996490	6965475	6933916	6902003
22.00	7653600	7588441	7540190	7499164	7461448	7425402
Dia 27	8172000	8123490	8067435	8016790	7970902	7928301
2.00	8625600	8581028	8533621	8484054	8436066	8390350
4.00	9266400	9197443	9141529	9088644	9037580	8988575
6.00	10418400	10291639	10197594	10120755	10053121	9991488
8.00	11142000	11083240	10990363	10901902	10821332	10747644
10.00	11750400	11689040	11625997	11551429	11475207	11401122
12.00	12484800	12408340	12339963	12270580	12198685	12126561
14.00	11577600	11710115	11729378	11710794	11673247	11625280
16.00	11278800	11283021	11346925	11380884	11388490	11377340
18.00	10926000	10969045	10996339	11030767	11054178	11063470
20.00	10522800	10562439	10602504	10639133	10670450	10692335
22.00	9946800	10008890	10058773	10103467	10143126	10175568
Dia 28	8946000	9055577	9138143	9205219	9262323	9310584
2.00	7416000	7579856	7711649	7817920	7906250	7980792
4.00	6112800	6234736	6376623	6506891	6621303	6720996
6.00	5724000	5742116	5818675	5919912	6024866	6125298
8.00	5724000	5719471	5732607	5779975	5847886	5924649
10.00	5724000	5725132	5724782	5739993	5775012	5824324
12.00	5940000	5912717	5900798	5898284	5910181	5936162
14.00	6112800	6098021	6077818	6063852	6059863	6067681

ESTACIÓN PUENTE SANCHEZ CERRO X=0.4

CAUDAL DE ENTRADA Y CAUDALES DE SALIDA

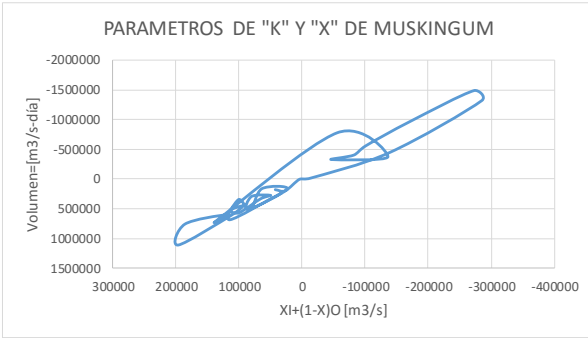
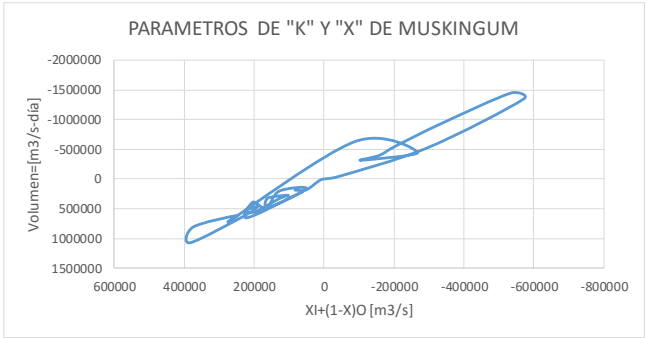
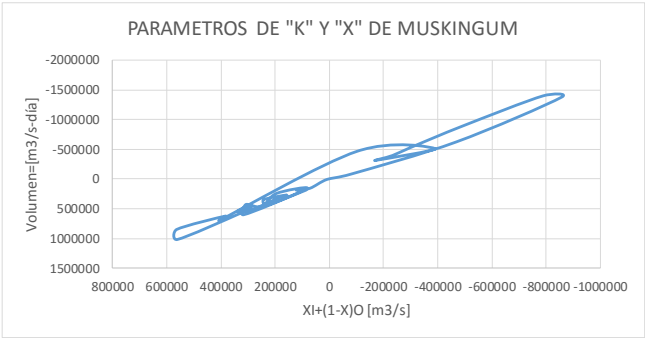
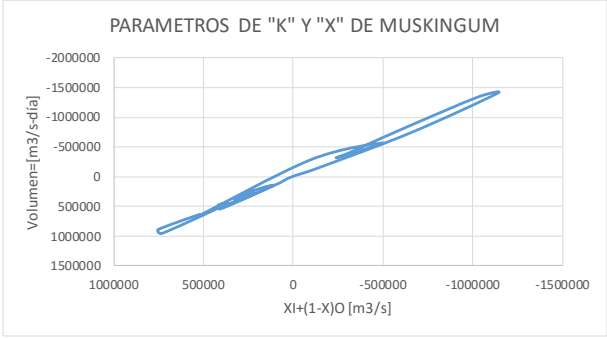


X	0.5				
Δt (h)	2				
K	1	2	3	4	5
C0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
C1	0.3333	0.0000	-0.2000	-0.3333	-0.4286
C2	-0.3333	0.0000	0.2000	0.3333	0.4286

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)				
		K=1	K=2	K=3	K=4	K=5
Dia 26	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600	3495600
2.00	3751200	3751200	3751200	3751200	3751200	3751200
4.00	4471200	4471200	4471200	4471200	4471200	4471200
6.00	4780800	4780800	4780800	4780800	4780800	4780800
8.00	5324400	5324400	5324400	5324400	5324400	5324400
10.00	5450400	5450400	5450400	5450400	5450400	5450400
12.00	5634000	5634000	5634000	5634000	5634000	5634000
14.00	6170400	6170400	6170400	6170400	6170400	6170400
16.00	6440400	6440400	6440400	6440400	6440400	6440400
18.00	6724800	6724800	6724800	6724800	6724800	6724800
20.00	7063200	7063200	7063200	7063200	7063200	7063200
22.00	7653600	7653600	7653600	7653600	7653600	7653600
Dia 27	8172000	8172000	8172000	8172000	8172000	8172000
2.00	8625600	8625600	8625600	8625600	8625600	8625600
4.00	9266400	9266400	9266400	9266400	9266400	9266400
6.00	10418400	10418400	10418400	10418400	10418400	10418400
8.00	11142000	11142000	11142000	11142000	11142000	11142000
10.00	11750400	11750400	11750400	11750400	11750400	11750400
12.00	12484800	12484800	12484800	12484800	12484800	12484800
14.00	11577600	11577600	11577600	11577600	11577600	11577600
16.00	11278800	11278800	11278800	11278800	11278800	11278800
18.00	10926000	10926000	10926000	10926000	10926000	10926000
20.00	10522800	10522800	10522800	10522800	10522800	10522800
22.00	9946800	9946800	9946800	9946800	9946800	9946800
Dia 28	8946000	8946000	8946000	8946000	8946000	8946000
2.00	7416000	7416000	7416000	7416000	7416000	7416000
4.00	6112800	6112800	6112800	6112800	6112800	6112800
6.00	5724000	5724000	5724000	5724000	5724000	5724000
8.00	5724000	5724000	5724000	5724000	5724000	5724000
10.00	5724000	5724000	5724000	5724000	5724000	5724000
12.00	5940000	5940000	5940000	5940000	5940000	5940000
14.00	6112800	6112800	6112800	6112800	6112800	6112800

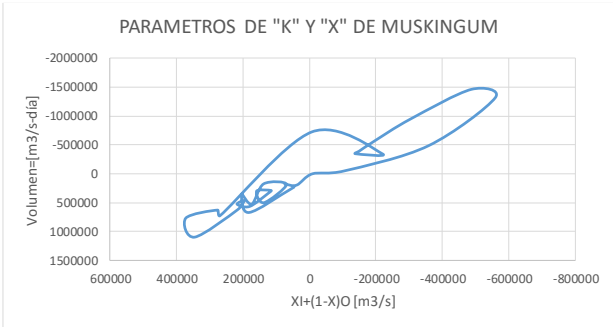
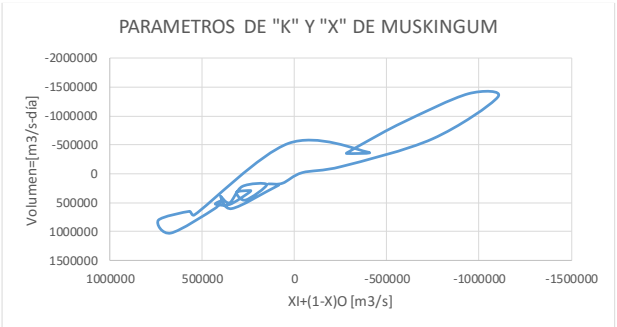
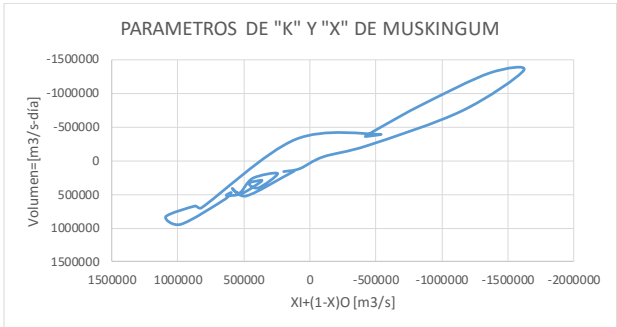
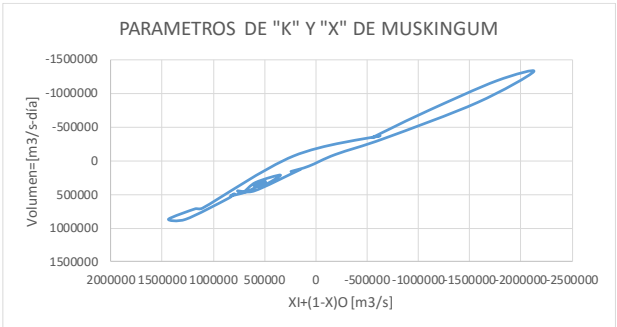
K	1
Δt (h)	2

		X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	3495600	3495600	107621.05	158741.05	3495600	85200.00	187440.00	3495600	60141.18	213501.18	3495600	31950.00	236430.00	3495600	0.0	255600.00
2.00	3751200	3643579	405114.68	549114.68	3666000	315733.33	603733.33	3691059	218939.79	650939.79	3719250	113962.50	689962.50	3751200	0.0	720000.00
4.00	4471200	4173706	412193.96	474113.96	4240667	308118.52	431958.52	4312401	203622.39	389382.39	4389188	100209.38	347889.38	4471200	0.0	309600.00
6.00	4780800	4666100	337547.69	446267.69	4703215	250164.61	467604.61	4735976	164819.58	490979.58	4762603	81597.66	516477.66	4780800	0.0	543600.00
8.00	5324400	5101553	264171.17	289371.17	5151821	195403.93	245803.93	5204404	128467.13	204067.13	5260999	63300.59	164100.59	5324400	0.0	126000.00
10.00	5450400	5409076	116454.15	153174.15	5427575	81488.45	154928.45	5441929	50176.39	160336.39	5450500	22874.85	169754.85	5450400	0.0	183600.00
12.00	5634000	5558870	297028.73	404308.73	5575336	230945.73	445505.73	5592295	160557.11	482397.11	5611025	84281.29	513401.29	5634000	0.0	536400.00
14.00	6170400	5948502	323903.75	377903.75	5998118	243139.36	351139.36	6051548	161407.57	323407.57	6109094	79729.68	295729.68	6170400	0.0	270000.00
16.00	6440400	6338395	216384.01	273264.01	6369542	157784.52	271544.52	6397844	101963.37	272603.37	6421977	49367.58	276887.58	6440400	0.0	284400.00
18.00	6724800	6610421	250842.95	318522.95	6637873	190068.39	325428.39	6665392	128547.64	331587.64	6693856	65508.10	336228.10	6724800	0.0	338400.00
20.00	7063200	6926736	377871.42	495951.42	6960059	288481.29	524641.29	6994060	195856.30	550096.30	7028636	99722.97	572042.97	7063200	0.0	590400.00
22.00	7653600	7412193	446975.19	550655.19	7468260	337546.52	544906.52	7526883	226331.24	537371.24	7588441	113669.26	528389.26	7653600	0.0	518400.00
Dia 27	8172000	7966432	385738.15	476458.15	8019793	286494.83	467934.83	8072385	188765.08	460925.08	8123490	93082.69	455962.69	8172000	0.0	453600.00
2.00	8625600	8445430	440497.99	568657.99	8491312	332967.24	589287.24	8536450	224194.40	608674.40	8581028	113529.33	626169.33	8625600	0.0	640800.00
4.00	9266400	9006072	731679.05	962079.05	9067721	560603.64	1021403.64	9131356	382271.58	1073471.58	9197443	195717.67	1117317.67	9266400	0.0	1152000.00
6.00	10418400	9947049	751216.89	895936.89	10056475	562910.71	852350.71	10171172	373857.96	808017.96	10291639	185520.58	764400.58	10418400	0.0	723600.00
8.00	11142000	10862134	521304.37	642984.37	10941014	381454.37	624814.37	11015370	247436.83	612476.83	11083240	120119.85	606839.85	11142000	0.0	608400.00
10.00	11750400	11508961	537952.40	684832.40	11569932	405216.18	698976.18	11629594	272287.62	712927.62	11689040	137820.04	725340.04	11750400	0.0	734400.00
12.00	12484800	12188286	-101071.18	-282511.18	12260052	-102624.02	-465504.02	12333319	-88709.58	-633029.58	12408340	-56055.01	-781815.01	12484800	0.0	-907200.00
14.00	11577600	11975185	-502469.94	-562229.94	11904972	-390597.33	-510117.33	11817791	-268110.07	-447390.07	11710115	-136736.25	-375776.25	11577600	0.0	-298800.00
16.00	11278800	11383685	-247912.11	-318472.11	11342025	-173800.30	-314920.30	11306719	-106004.10	-317684.10	11283021	-47265.94	-329505.94	11278800	0.0	-352800.00
18.00	10926000	11069027	-305267.78	-385907.78	11036575	-232688.86	-393968.86	11004085	-159175.75	-401095.75	10969045	-82683.52	-405243.52	10926000	0.0	-403200.00
20.00	10522800	10685041	-396228.01	-511428.01	10644914	-300545.68	-530945.68	10603891	-202310.16	-547910.16	10562439	-101729.12	-562529.12	10522800	0.0	-576000.00
22.00	9946800	10180787	-643061.68	-843221.68	10125232	-492206.04	-892526.04	10068019	-335309.97	-935789.97	10008890	-171667.72	-972307.72	9946800	0.0	-1000800.00
Dia 28	8946000	9355074	-1031754.65	-1337754.65	9259774	-788910.44	-1400910.44	9160091	-536310.01	-1454310.01	9055577	-273433.07	-1497433.07	8946000	0.0	-1530000.00
2.00	7416000	8038680	-1138623.44	-1399263.44	7891136	-856743.28	-1378023.28	7738219	-571992.35	-1353912.35	7579856	-285791.73	-1328351.73	7416000	0.0	-1303200.00
4.00	6112800	6628743	-652493.50	-730253.50	6494407	-468806.30	-624326.30	6362573	-297177.82	-530457.82	6234736	-140052.07	-451092.07	6112800	0.0	-388800.00
6.00	5724000	5860550	-129363.50	-129363.50	5811199	-77510.41	-77510.41	5771405	-39039.21	-39039.21	5742116	-13586.98	-13586.98	5724000	0.0	0.00
8.00	5724000	5716813	6808.61	6808.61	5714311	8612.27	8612.27	5715634	6889.27	6889.27	5719471	3396.75	3396.75	5724000	0.0	0.00
10.00	5724000	5724378	90589.02	133789.02	5725077	71043.08	157443.08	5725476	49607.78	179207.78	5725132	26150.81	198950.81	5724000	0.0	216000.00
12.00	5940000	5849033	158937.42	193497.42	5867880	121706.32	190826.32	5888916	82728.04	186408.04	5912717	42062.30	180302.30	5940000	0.0	172800.00
14.00	6112800	6044830			6063213			6081156			6098021			6112800		



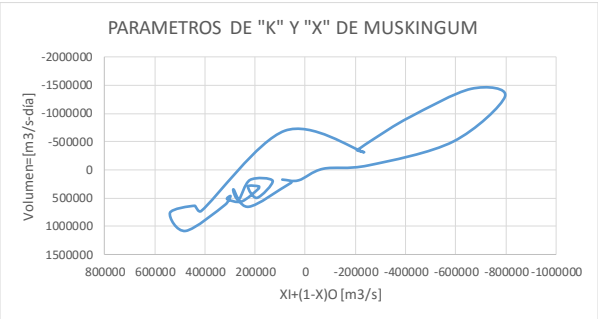
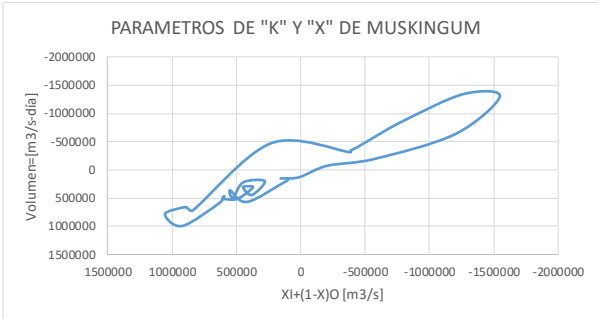
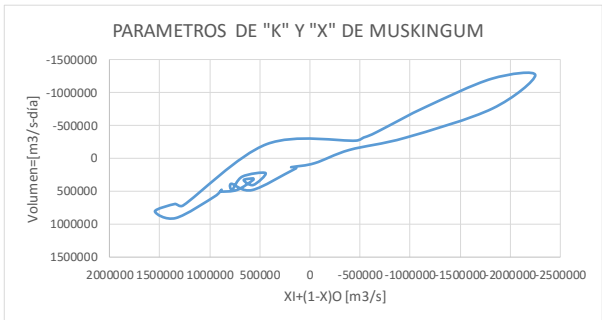
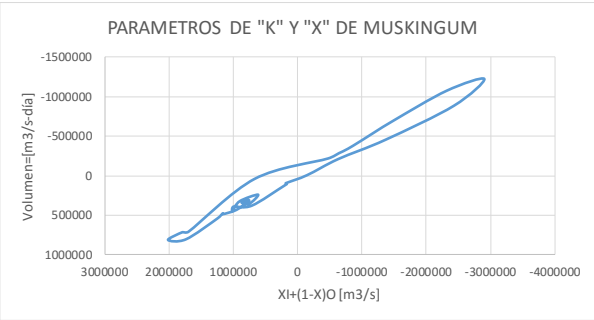
K	2
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	3495600.00	3495600	146057.14	124148.57	3495600	117969.23	161224.62	3495600	85200.00	195960.00	3495600	46472.73	227716.36	3495600	0.00	255600.00
2.00	3751200.00	3605143	599216.33	443608.16	3633231	477500.59	526750.30	3666000	339400.00	601700.00	3704727	181606.61	666803.31	3751200	0.00	720000.00
4.00	4471200.00	4018041	759547.52	441693.76	4111669	585392.44	416536.22	4217000	399766.67	385643.33	4336066	203709.69	349534.85	4471200	0.00	309600.00
6.00	4780800.00	4474412	704556.43	460998.22	4554939	528875.18	481877.59	4635233	351027.78	501673.89	4712224	173646.34	521703.17	4780800	0.00	543600.00
8.00	5324400.00	4926232	583930.41	317165.20	5021386	431094.27	265947.14	5118939	281704.63	216452.31	5219329	137531.49	169565.74	5324400	0.00	126000.00
10.00	5450400.00	5264638	343751.55	208595.77	5322320	242375.60	194627.80	5374156	150150.77	185235.39	5417939	68793.77	181276.89	5450400	0.00	183600.00
12.00	5634000.00	5476011	509643.30	362101.65	5519705	388240.52	408680.26	5560093	265025.13	454352.56	5597667	137163.07	497701.54	5634000	0.00	536400.00
14.00	6170400.00	5818746	606412.37	357206.19	5896455	461778.58	338889.29	5979282	312970.85	318485.43	6069570	159087.55	295543.78	6170400	0.00	270000.00
16.00	6440400.00	6185642	490060.68	301910.34	6252567	362441.21	294980.61	6318547	236961.81	289120.90	6382143	115262.50	285151.25	6440400	0.00	284400.00
18.00	6724800.00	6489498	495903.05	315631.53	6550192	371086.43	320903.22	6609691	247093.63	326586.82	6667795	123714.77	332577.39	6724800	0.00	338400.00
20.00	7063200.00	6802599	672429.44	454294.72	6866721	514312.25	493316.13	6931215	350782.27	529631.14	6996490	180119.52	562379.76	7063200	0.00	590400.00
22.00	7653600.00	7241771	825722.70	516541.35	7335766	630441.29	522580.64	7434803	428063.71	525071.86	7540190	217974.50	523707.25	7653600	0.00	518400.00
Dia 27	8172000.00	7758106	791349.34	486394.67	7859392	594101.84	478490.92	7962734	395343.95	469831.98	8067435	196543.14	461151.57	8172000	0.00	453600.00
2.00	8625600.00	8248145	851471.24	553895.62	8344106	642208.12	577424.06	8439522	430690.66	599825.33	8533621	216849.38	621064.69	8625600	0.00	640800.00
4.00	9266400.00	8792384	1267734.64	864267.32	8905686	975648.03	948624.01	9021787	669381.78	1025890.89	9141529	345677.22	1094438.61	9266400	0.00	1152000.00
6.00	10418400.00	9624681	1433981.33	861710.66	9803466	1090811.08	834845.54	9993631	736763.63	802541.81	10197594	372443.38	765101.69	10418400	0.00	723600.00
8.00	11142000.00	10501737	1170851.81	707105.90	10666123	866494.87	676607.43	10830005	566793.94	648436.97	10990363	276040.31	624740.15	11142000	0.00	608400.00
10.00	11750400.00	11219811	1101843.37	697801.69	11359782	819714.20	703617.10	11495601	542065.66	711672.83	11625997	269240.03	722140.01	11750400	0.00	734400.00
12.00	12484800.00	11913546	216069.54	-73405.23	12055704	109410.97	-308174.52	12197533	32744.28	-527947.86	12339963	-6941.82	-729230.91	12484800	0.00	-907200.00
14.00	11577600.00	11932785	-627408.70	-373464.35	11897285	-531366.70	-385203.35	11832122	-396542.62	-377551.31	11729378	-219903.80	-348991.90	11577600	0.00	-298800.00
16.00	11278800.00	11551024	-551602.49	-346361.24	11490481	-423361.55	-352800.77	11420820	-283290.44	-353325.22	11346925	-138463.98	-351471.99	11278800	0.00	-352800.00
18.00	10926000.00	11205378	-589600.71	-375440.36	11137680	-446621.90	-384590.95	11067270	-299215.07	-391527.54	10996339	-150042.18	-397581.09	10926000	0.00	-403200.00
20.00	10522800.00	10833022	-728000.20	-479200.10	10757742	-555005.05	-507902.53	10680745	-376269.18	-533734.59	10602504	-191676.56	-556638.28	10522800	0.00	-576000.00
22.00	9946800.00	10364578	-1109028.63	-754674.31	10266863	-855831.94	-828235.97	10165124	-588311.53	-894635.76	10058773	-304116.05	-952698.03	9946800	0.00	-1000800.00
Dia 28	8946000.00	9637251	-1763036.75	-1187518.38	9481768	-1365561.22	-1294780.61	9315987	-941651.92	-1388825.96	9138143	-487792.37	-1467896.18	8946000	0.00	-1530000.00
2.00	7416000.00	8487786	-2122696.21	-1321988.11	8245793	-1622760.28	-1332660.14	7987665	-1101341.99	-1332590.99	7711649	-559472.03	-1322296.02	7416000	0.00	-1303200.00
4.00	6112800.00	7163710	-1573341.78	-864430.89	6905768	-1155406.22	-733223.11	6642477	-747557.00	-607058.50	6376623	-358497.46	-490288.73	6112800	0.00	-388800.00
6.00	5724000.00	6246432	-671697.65	-335848.83	6086439	-446078.36	-223039.18	5941880	-254192.83	-127096.42	5818675	-103281.59	-51640.79	5724000	0.00	0.00
8.00	5724000.00	5873266	-191913.61	-95956.81	5807640	-102941.16	-51470.58	5760313	-42365.47	-21182.74	5732607	-9389.24	-4694.62	5724000	0.00	0.00
10.00	5724000.00	5766647	68596.11	77498.06	5743301	75936.66	124368.33	5730052	64939.09	162069.54	5724782	38419.16	192009.58	5724000	0.00	216000.00
12.00	5940000.00	5828756	241770.32	155445.16	5844762	196970.00	167605.00	5869009	140423.18	173891.59	5900798	74183.56	175331.78	5940000	0.00	172800.00
14.00	6112800.00	5982273			6011068			6043368			6077818			6112800		



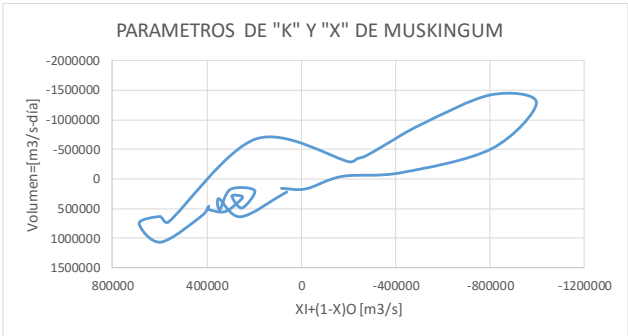
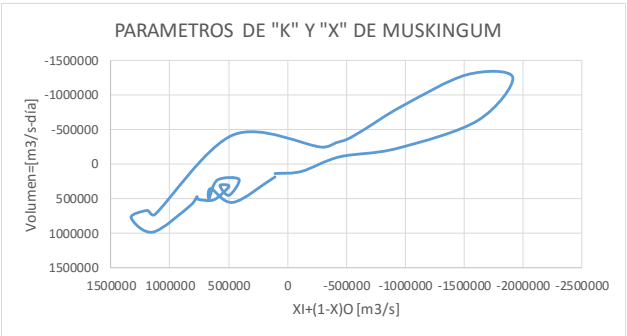
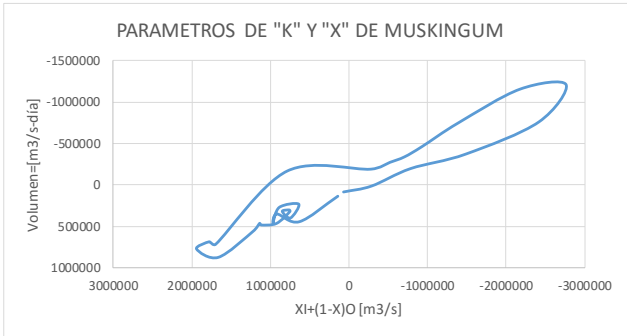
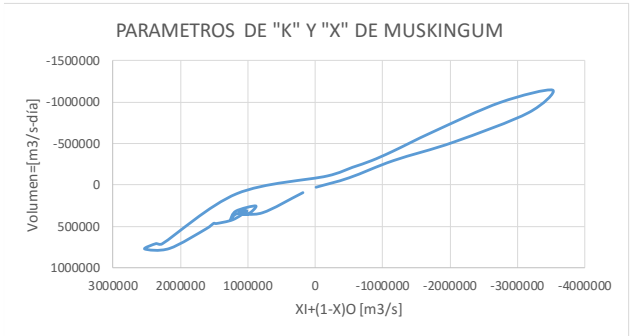
K	3
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	3495600.00	3495600	165794.59	106384.86	3495600	135317.65	147345.88	3495600	98941.94	186340.65	3495600	54771.43	222737.14	3495600	0.00	255600.00
2.00	3751200.00	3585405	708997.52	380332.51	3615882	572213.15	478737.72	3652258	412760.04	569586.68	3696429	224706.12	650902.04	3751200	0.00	720000.00
4.00	4471200.00	3927997	993604.26	393121.42	4034304	780699.53	384073.18	4157382	545018.08	367432.69	4301265	284830.32	342623.44	4471200	0.00	309600.00
6.00	4780800.00	4330399	1009947.91	445369.30	4436996	773158.63	475159.54	4549600	523664.48	500714.83	4665904	264208.66	522949.55	4780800	0.00	543600.00
8.00	5324400.00	4764853	898365.25	324655.08	4895045	672853.55	274684.52	5031935	445016.43	223938.81	5175087	218973.90	173791.30	5324400	0.00	126000.00
10.00	5450400.00	5111581	613584.04	241248.01	5206901	440963.23	220427.74	5297848	277754.22	202744.74	5380739	128906.83	189848.94	5450400	0.00	183600.00
12.00	5634000.00	5359235	748944.02	356928.01	5436536	562749.56	402143.19	5508798	377267.63	447595.88	5574754	191116.24	492825.41	5634000	0.00	536400.00
14.00	6170400.00	5696221	867179.68	343059.89	5805115	658638.06	327546.02	5918335	446024.00	310674.67	6038530	227404.64	291801.55	6170400	0.00	270000.00
16.00	6440400.00	6047399	758044.72	309561.57	6147047	564709.79	301996.60	6246441	372873.03	294931.01	6344866	183772.75	288777.58	6440400	0.00	284400.00
18.00	6724800.00	6359756	752269.20	318436.40	6453443	562245.21	322775.07	6545886	373393.66	327504.55	6636562	185963.64	332707.88	6724800	0.00	338400.00
20.00	7063200.00	6675975	948102.06	434114.02	6772312	723230.38	477236.79	6868721	492030.01	518250.00	6965475	252161.04	556373.68	7063200	0.00	590400.00
22.00	7653600.00	7092723	1154836.08	488625.36	7221258	884812.51	502297.50	7356049	603804.20	512308.07	7499164	309646.01	517935.34	7653600	0.00	518400.00
Dia 27	8172000.00	7578040	1161086.85	477748.95	7719530	878922.80	474414.27	7865747	590511.17	468997.06	8016790	296756.00	461798.67	8172000	0.00	453600.00
2.00	8625600.00	8058473	1243353.42	542611.14	8199148	941297.62	570085.87	8341342	633174.93	595538.31	8484054	319301.72	619073.91	8625600	0.00	640800.00
4.00	9266400.00	8590174	1734167.79	808455.93	8751555	1336722.55	906374.18	8917483	918662.07	997420.69	9088644	475400.49	1080066.83	9266400	0.00	1152000.00
6.00	10418400.00	9360458	2013385.20	815848.40	9596523	1543379.87	803899.96	9848655	1052015.57	784831.86	10120755	537743.00	758127.67	10418400	0.00	723600.00
8.00	11142000.00	10186557	1789068.88	718036.29	10420498	1340685.83	690255.28	10659729	888908.75	661342.92	10901902	439069.43	633076.48	11142000	0.00	608400.00
10.00	11750400.00	10916775	1693010.02	711216.67	11131217	1262941.22	714740.41	11343762	835212.78	719044.26	11551429	413191.27	725250.42	11750400	0.00	734400.00
12.00	12484800.00	11625415	665782.98	40487.66	11841042	428552.27	-220029.24	12056225	229475.50	-467828.17	12270580	81026.08	-698751.31	12484800	0.00	-907200.00
14.00	11577600.00	11771202	-476369.98	-218549.99	11792806	-462007.89	-273522.63	11776699	-385411.92	-307750.64	11710794	-235278.26	-317466.09	11577600	0.00	-298800.00
16.00	11278800.00	11561568	-641532.15	-284404.05	11525602	-535203.25	-319521.08	11465113	-388991.33	-341343.78	11380884	-206850.93	-351190.31	11278800	0.00	-352800.00
18.00	10926000.00	11284764	-785136.39	-342352.13	11214401	-620613.10	-368151.03	11128679	-430674.34	-385478.11	11030767	-221100.27	-396260.09	10926000	0.00	-403200.00
20.00	10522800.00	10949173	-995895.10	-447165.03	10855012	-773946.57	-488382.19	10750796	-531865.09	-522888.36	10639133	-273000.08	-551800.03	10522800	0.00	-576000.00
22.00	9946800.00	10516323	-1480362.61	-693614.20	10388534	-1153460.35	-784806.78	10250669	-799100.52	-866846.84	10103467	-415885.74	-939268.58	9946800	0.00	-1000800.00
Dia 28	8946000.00	9856840	-2321766.61	-1079922.20	9657726	-1814789.56	-1216929.85	9441231	-1263216.31	-1339072.10	9205219	-661138.78	-1444379.59	8946000	0.00	-1530000.00
2.00	7416000.00	8826927	-2904508.98	-1228809.66	8519064	-2247195.70	-1270345.23	8183985	-1544960.63	-1296906.88	7817920	-796011.08	-1307897.03	7416000	0.00	-1303200.00
4.00	6112800.00	7606382	-2432017.64	-888432.55	7256932	-1821080.58	-762546.86	6889775	-1203179.58	-634339.86	6506891	-590003.17	-507707.72	6112800	0.00	-388800.00
6.00	5724000.00	6662435	-1369608.10	-456536.03	6400949	-955692.00	-318564.00	6150204	-577437.91	-192479.30	5919912	-251886.62	-83962.21	5724000	0.00	0.00
8.00	5724000.00	6155173	-629279.40	-209759.80	6002744	-393520.24	-131173.41	5875234	-204897.32	-68299.11	5779975	-71967.61	-23989.20	5724000	0.00	0.00
10.00	5724000.00	5922106	-149020.26	-6473.42	5838777	-47684.80	70505.07	5777664	10907.40	133235.80	5739993	25723.54	181374.51	5724000	0.00	216000.00
12.00	5940000.00	5890914	183725.82	95801.94	5872908	186200.38	131186.79	5875429	154373.59	155137.86	5898284	90663.87	168461.29	5940000	0.00	172800.00
14.00	6112800.00	5978160			5993692			6022997			6063852			6112800		



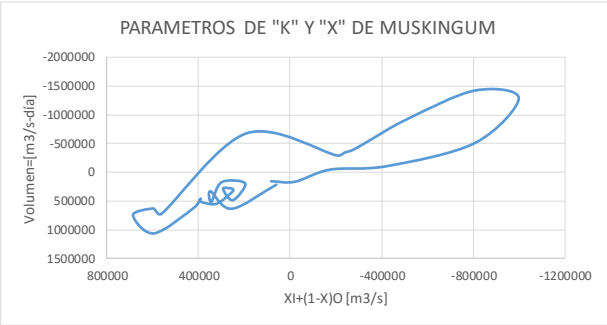
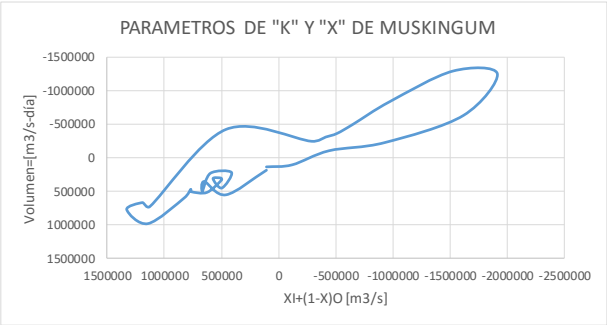
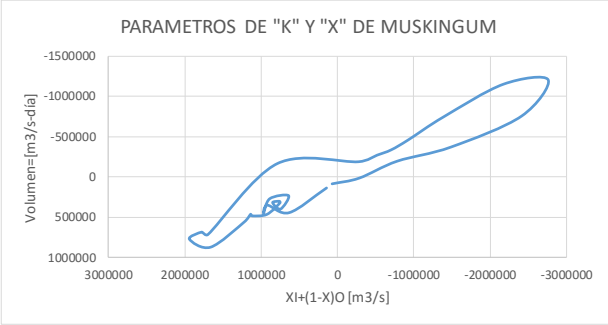
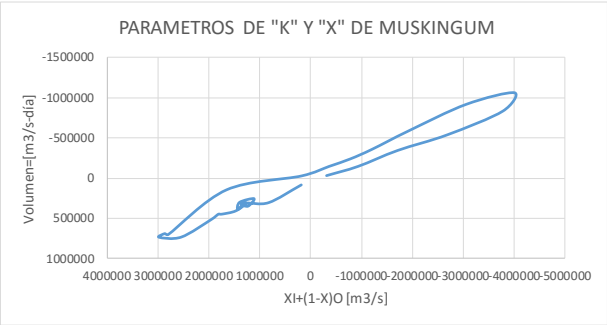
K	4
Δt (h)	2

Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	X = 0.1			X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
		Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	3495600.00	3495600	177808.70	95572.17	3495600	146057.14	138754.29	3495600	107621.05	180265.26	3495600	60141.18	219515.29	3495600	0.00	255600.00
2.00	3751200.00	3573391	779178.83	338794.71	3605143	633991.84	446497.96	3643579	461757.34	547439.34	3691059	254316.96	639579.24	3751200	0.00	720000.00
4.00	4471200.00	3869830	1156648.90	351082.23	3983265	920433.82	353948.45	4117064	652242.95	348820.74	4277024	346977.57	334424.39	4471200	0.00	309600.00
6.00	4780800.00	4225521	1247288.51	420542.13	4348301	969674.86	459858.71	4482693	668199.29	493209.82	4627998	343626.06	520786.51	4780800	0.00	543600.00
8.00	5324400.00	4632390	1170797.85	317899.46	4787224	890553.50	273038.37	4954307	598452.30	225213.07	5133576	299046.02	175561.51	5324400	0.00	126000.00
10.00	5450400.00	4971612	877129.22	256002.31	5097022	643394.69	234288.67	5222040	413835.30	213618.82	5342178	195983.66	195875.91	5450400	0.00	183600.00
12.00	5634000.00	5235659	996638.26	356439.56	5343983	748444.84	401671.21	5448524	499185.14	446636.29	5546238	250110.92	491647.73	5634000	0.00	536400.00
14.00	6170400.00	5572103	1124291.19	335072.80	5711972	852842.53	321210.63	5856690	575992.96	305998.24	6008051	292728.02	289182.01	6170400	0.00	270000.00
16.00	6440400.00	5914406	1021138.50	312164.62	6045985	763527.04	304641.76	6178117	506270.35	297207.59	6310021	250982.13	290265.53	6440400	0.00	284400.00
18.00	6724800.00	6229656	1010417.41	320284.35	6355688	755828.45	324317.11	6480813	502043.85	328550.96	6604197	249886.76	333191.69	6724800	0.00	338400.00
20.00	7063200.00	6547927	1217227.23	422386.81	6676484	926653.00	467823.25	6805143	628883.93	511460.98	6933916	321435.72	552678.93	7063200	0.00	590400.00
22.00	7653600.00	6951646	1459337.13	468514.28	7113663	1118989.67	487107.42	7282773	764755.55	502228.89	7461448	393250.00	513032.50	7653600	0.00	518400.00
Dia 27	8172000.00	7414617	1501016.64	465974.16	7592947	1141566.02	466831.50	7778071	771515.78	465038.95	7970902	390632.35	460538.09	8172000	0.00	453600.00
2.00	8625600.00	7881966	1609722.45	530590.61	8063087	1223334.58	562153.64	8248013	826254.85	591043.71	8436066	418354.50	617228.62	8625600	0.00	640800.00
4.00	9266400.00	8400311	2157008.34	769652.09	8605579	1665251.45	877112.86	8817732	1146247.03	977761.76	9037580	594098.91	1070124.73	9266400	0.00	1152000.00
6.00	10418400.00	9127480	2523943.84	775705.96	9413970	1944046.00	775451.50	9720821	1332685.44	767331.36	10053121	685946.61	750366.65	10418400	0.00	723600.00
8.00	11142000.00	9908976	2353185.65	709976.41	10202384	1779452.66	688223.17	10506894	1192114.15	663068.54	10821332	595860.37	635685.09	11142000	0.00	608400.00
10.00	11750400.00	10630239	2264183.19	712925.80	10910563	1699408.54	718612.13	11193392	1130075.13	723158.78	11475207	561307.21	727846.80	11750400	0.00	734400.00
12.00	12484800.00	11340778	1159547.02	108446.76	11625228	791423.52	-165024.12	11911733	462540.85	-428684.79	12198685	190467.68	-678143.08	12484800	0.00	-907200.00
14.00	11577600.00	11562075	-183560.38	-105650.09	11645748	-274587.68	-188166.92	11688126	-288691.18	-251452.79	11673247	-205336.84	-290374.21	11577600	0.00	-298800.00
16.00	11278800.00	11477886	-557038.47	-209819.62	11485240	-516174.50	-270163.62	11456965	-411106.35	-314456.59	11388490	-237868.11	-341707.03	11278800	0.00	-352800.00
18.00	10926000.00	11283953	-840760.88	-290830.22	11235735	-702377.12	-336874.28	11158941	-513050.37	-370182.59	11054178	-275828.05	-391517.01	10926000	0.00	-403200.00
20.00	10522800.00	11005608	-1156395.28	-404298.82	10915442	-927454.68	-462263.67	10802909	-655318.60	-509429.65	10670450	-343976.25	-546794.06	10522800	0.00	-576000.00
22.00	9946800.00	10620387	-1750519.07	-637789.77	10481613	-1386838.17	-747029.54	10322010	-974329.86	-844062.47	10143126	-512649.05	-928802.26	9946800	0.00	-1000800.00
Dia 28	8946000.00	10022932	-2749980.34	-993495.09	9798026	-2172610.47	-1155152.62	9545120	-1527124.67	-1299781.17	9262323	-806573.14	-1425643.28	8946000	0.00	-1530000.00
2.00	7416000.00	9089048	-3525258.46	-1141954.61	8736585	-2757005.48	-1210531.37	8344004	-1916301.16	-1260995.29	7906250	-998753.64	-1292248.41	7416000	0.00	-1303200.00
4.00	6112800.00	7965010	-3169580.87	-870155.22	7549221	-2411002.87	-758270.72	7101097	-1620142.65	-638315.66	6621303	-809369.15	-513382.29	6112800	0.00	-388800.00
6.00	5724000.00	7041371	-2061971.79	-515492.95	6698582	-1485077.69	-371269.42	6355846	-931141.26	-232785.31	6024866	-424752.00	-106188.00	5724000	0.00	0.00
8.00	5724000.00	6468601	-1165462.32	-291365.58	6234495	-777897.84	-194474.46	6023295	-441066.91	-110266.73	5847886	-174897.88	-43724.47	5724000	0.00	0.00
10.00	5724000.00	6144861	-508478.70	-83919.68	5991402	-284041.73	15389.57	5865772	-117979.06	100105.23	5775012	-21193.25	167501.69	5724000	0.00	216000.00
12.00	5940000.00	6027617	-16931.44	30327.14	5956639	73387.67	87466.92	5916208	107820.44	130635.11	5910181	82755.72	158928.93	5940000	0.00	172800.00
14.00	6112800.00	6042114			6022773			6028772			6059863			6112800		



k	5
Δt (h)	2

	X = 0.1				X = 0.2			X = 0.3			X = 0.4			X = 0.5		
Hora	Caudal de Entrada (m3/h)	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.1	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.2	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.3	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.4	Caudal de Salida (m3/h)	Si	0.5
Dia 26	3495600.00	3495600	185890.91	88298.18	3495600	146057.14	138754.29	3495600	107621.05	180265.26	3495600	60141.18	219515.29	3495600	0.00	255600.00
2.00	3751200.00	3565309	827821.49	309564.30	3605143	633991.84	446497.96	3643579	461757.34	547439.34	3691059	254316.96	639579.24	3751200	0.00	720000.00
4.00	4471200.00	3829269	1275595.49	317039.10	3983265	920433.82	353948.45	4117064	652242.95	348820.74	4277024	346977.57	334424.39	4471200	0.00	309600.00
6.00	4780800.00	4147135	1432251.68	395170.34	4348301	969674.86	459858.71	4482693	668199.29	493209.82	4627998	343626.06	520786.51	4780800	0.00	543600.00
8.00	5324400.00	4525813	1398414.70	304882.94	4787224	890553.50	273038.37	4954307	598452.30	225213.07	5133576	299046.02	175561.51	5324400	0.00	126000.00
10.00	5450400.00	4850572	1115063.90	259732.78	5097022	643394.69	234288.67	5222040	413835.30	213618.82	5342178	195983.66	195875.91	5450400	0.00	183600.00
12.00	5634000.00	5118764	1233222.48	353924.50	5343983	748444.84	401671.21	5448524	499185.14	446636.29	5546238	250110.92	491647.73	5634000	0.00	536400.00
14.00	6170400.00	5452413	1371250.67	328250.13	5711972	852842.53	321210.63	5856690	575992.96	305998.24	6008051	292728.02	289182.01	6170400	0.00	270000.00
16.00	6440400.00	5787136	1275814.06	312042.81	6045985	763527.04	304641.76	6178117	506270.35	297207.59	6310021	250982.13	290265.53	6440400	0.00	284400.00
18.00	6724800.00	6102250	1264827.13	320645.43	6355688	755828.45	324317.11	6480813	502043.85	328550.96	6604197	249886.76	333191.69	6724800	0.00	338400.00
20.00	7063200.00	6420923	1480380.90	414156.18	6676484	926653.00	467823.25	6805143	628883.93	511460.98	6933916	321435.72	552678.93	7063200	0.00	590400.00
22.00	7653600.00	6815496	1748460.57	453372.11	7113663	1118989.67	487107.42	7282773	764755.55	502228.89	7461448	393250.00	513032.50	7653600	0.00	518400.00
Dia 27	8172000.00	7261643	1819565.82	454633.16	7592947	1141566.02	466831.50	7778071	771515.78	465038.95	7970902	390632.35	460538.09	8172000	0.00	453600.00
2.00	8625600.00	7716391	1953832.79	518926.56	8063087	1223334.58	562153.64	8248013	826254.85	591043.71	8436066	418354.50	617228.62	8625600	0.00	640800.00
4.00	9266400.00	8221776	2547202.69	739840.54	8605579	1665251.45	877112.86	8817732	1146247.03	977761.76	9037580	594098.91	1070124.73	9266400	0.00	1152000.00
6.00	10418400.00	8915821	2985019.89	741723.98	9413970	1944046.00	775451.50	9720821	1332685.44	767331.36	10053121	685946.61	750366.65	10418400	0.00	723600.00
8.00	11142000.00	9659559	2868285.39	695337.08	10202384	1779452.66	688223.17	10506894	1192114.15	663068.54	10821332	595860.37	635685.09	11142000	0.00	608400.00
10.00	11750400.00	10364556	2801854.34	707250.87	10910563	1699408.54	718612.13	11193392	1130075.13	723158.78	11475207	561307.21	727846.80	11750400	0.00	734400.00
12.00	12484800.00	11068790	1657325.49	150025.10	11625228	791423.52	-165024.12	11911733	462540.85	-428684.79	12198685	190467.68	-678143.08	12484800	0.00	-907200.00
14.00	11577600.00	11336285	177570.76	-24245.85	11645748	-274587.68	-188166.92	11688126	-288691.18	-251452.79	11673247	-205336.84	-290374.21	11577600	0.00	-298800.00
16.00	11278800.00	11342545	-360891.33	-142738.27	11485240	-516174.50	-270163.62	11456965	-411106.35	-314456.59	11388490	-237868.11	-341707.03	11278800	0.00	-352800.00
18.00	10926000.00	11223147	-779476.30	-236535.26	11235735	-702377.12	-336874.28	11158941	-513050.37	-370182.59	11054178	-275828.05	-391517.01	10926000	0.00	-403200.00
20.00	10522800.00	11005130	-1208175.83	-356835.17	10915442	-927454.68	-462263.67	10802909	-655318.60	-509429.65	10670450	-343976.25	-546794.06	10522800	0.00	-576000.00
22.00	9946800.00	10672646	-1915602.80	-583280.56	10481613	-1386838.17	-747029.54	10322010	-974329.86	-844062.47	10143126	-512649.05	-928802.26	9946800	0.00	-1000800.00
Dia 28	8946000.00	10135757	-3059601.78	-917920.36	9798026	-2172610.47	-1155152.62	9545120	-1527124.67	-1299781.17	9262323	-806573.14	-1425643.28	8946000	0.00	-1530000.00
2.00	7416000.00	9285845	-4007528.41	-1062145.68	8736585	-2757005.48	-1210531.37	8344004	-1916301.16	-1260995.29	7906250	-998753.64	-1292248.41	7416000	0.00	-1303200.00
4.00	6112800.00	8250483	-3780790.80	-833918.16	7549221	-2411002.87	-758270.72	7101097	-1620142.65	-638315.66	6621303	-809369.15	-513382.29	6112800	0.00	-388800.00
6.00	5724000.00	7367108	-2688721.42	-537744.28	6698582	-1485077.69	-371269.42	6355846	-931141.26	-232785.31	6024866	-424752.00	-106188.00	5724000	0.00	0.00
8.00	5724000.00	6769614	-1711004.54	-342200.91	6234495	-777897.84	-194474.46	6023295	-441066.91	-110266.73	5847886	-174897.88	-43724.47	5724000	0.00	0.00
10.00	5724000.00	6389391	-931730.16	-143146.03	5991402	-284041.73	15389.57	5865772	-117979.06	100105.23	5775012	-21193.25	167501.69	5724000	0.00	216000.00
12.00	5940000.00	6206340	-310155.56	-27471.11	5956639	73387.67	87466.92	5916208	107820.44	130635.11	5910181	82755.72	158928.93	5940000	0.00	172800.00
14.00	6112800.00	6156616			6022773			6028772			6059863			6112800		



ANEXO 04

PANEL FOTOGRAFICO
INUNDACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



EDIFICIO DE AULAS



CENTRO DE INFORMATICA



AULA TANGARARA



AUDITORIO PRINCIPAL DE LA UNP



PUERTA N°01 UNP



RECTORADO UNP